

МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ОСВІТИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

**П.П. Рожков,
С.Е. Рожкова**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання самостійної роботи
з дисципліни

“МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА”

*(для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання
спец. 6.090600 - “Електротехнічні системи електроспоживання”
та спец. 6.050701 - “Електротехніка та електротехнології”)*

Харків – ХНАМГ – 2008

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни “Мікропроцесорна техніка” (для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання спец. 6.090600 - “Електротехнічні системи електроспоживання” та спец. 6.050701 - “Електротехніка та електротехнології”) / Укл.: Рожков П.П., Рожкова С.Е – Харків: ХНАМГ, 2008. – 48 с.

Укладачі: П.П. Рожков,
С.Е. Рожкова

Рецензент: доц. І.Г. Абраменко

Рекомендовано кафедрою електропостачання міст,
протокол № 7 від 20.02.2008 р.

Вступ

Сучасна електроенергетика є провідною галуззю народного господарства України. Впровадження прогресивних технологій забезпечує її поступовий розвиток. Серед інших новацій треба виділити широке впровадження мікропроцесорної техніки в технологічні процеси генерації, транспортування, розподілення та споживання електричної енергії.

Характерною рисою цього процесу є швидка заміна технічного обладнання та програмних засобів існуючих мікропроцесорних систем на більш сучасні.

Розвиток мікропроцесорної техніки в електроенергетиці відбувається за кількома напрямками. По-перше, це розширення переліку технологічних процесів, в яких використовується мікропроцесорна техніка. По-друге, це підвищення рівня надійності роботи обладнання та обґрунтованості прийняття керуючих рішень. По-третє, це використання інформаційних технологій, що дозволяють спеціалістам-енергетикам, які не мають спеціальних знань з особливостей функціонування обчислювальної техніки, ефективно використовувати увесь арсенал засобів керування складними об'єктами, починаючи з ведення документації і закінчуючи використанням експертних систем.

Модернізація мікропроцесорної техніки та програмного забезпечення, яка відбувається кожні 3-5 років, утворює додаткові труднощі при вивченні цієї дисципліни студентами, оскільки отримані знання швидко застарівають. Тому особливе значення при вивченні курсу має самостійна робота студентів з джерелами інформації, які висвітлюють сучасні досягнення науки та технології в напрямку використання обчислювальної техніки та програмування в енергетиці.

Ці методичні вказівки мають на меті допомогти структурувати великий обсяг інформації, який пропонують на сучасному інформаційному полі, в навчальний матеріал за темами, що мають сталий характер і змінюються досить повільно. Теми, які окреслюють конкретні мікропроцесорні системи, мають на меті привернути увагу до типових технічних рішень, що довели свою ефективність і фактично є базовими для подальшого розвитку.

Матеріал поданий таким чином, щоб увести студентів до суті питання і забезпечити подальшу самостійну роботу. Формулювання контрольних питань спонукає студентів до самостійної роботи з джерелами інформації.

1. Зміст дисципліни

Тема 1. Вступ. Поняття про сигнали, які використовують в інформаційно-вимірювальній техніці.

Поняття «сигнал» є дуже широким. У загальному випадку під сигналом мають на увазі фізичний процес - носій відомостей. Сигнал має різні параметри й характеристики і подається математичною моделлю.

Залежно від характеру відомостей сигнали, що використовують у вимірювальній техніці, можна розділити на вимірювальні й зразкові (рис.1).

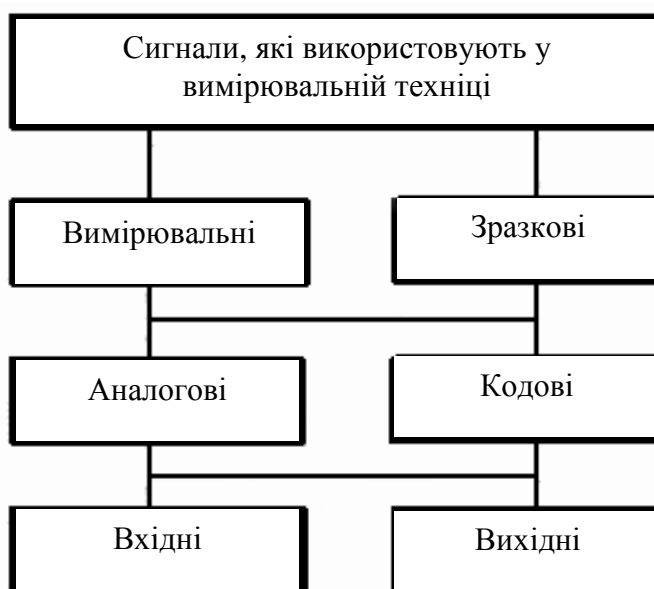


Рис. 1 - Сигнали, які використовують у вимірювальній техніці

У вимірювальному сигналі містять невідомі нам дані, тобто вимірювальна інформація, що закладена або в розмірах його параметрів, або в інших характеристиках.

Аналогові сигнали безперервні за розмірами. До них відносять більшість вимірювальних сигналів.

Вхідним вимірювальним сигналом називають сигнал, що впливає на вхід засобів виміру. Вхідний сигнал у вигляді фізичного процесу впливає на вхід більшості засобів вимірів: вимірювальних і масштабних перетворювачів, пристроїв порівняння, вимірювальних приладів і систем. Вхідний вимірювальний сигнал характеризується параметрами, які можна підрозділити на інформативні і неінформативні.

Інформативним параметром вхідного сигналу називається параметр процесу, що функціонально пов'язаний з вимірюваною величиною.

Вихідний аналоговий сигнал виникає на виході мір, вимірювальних перетворювачів. Вихідний сигнал також може мати багато параметрів.

Інформативний параметр вихідного сигналу вимірювального перетворювача однозначно функціонально, по можливості, лінійно пов'язаний з вимірюваною величиною або з інформативним параметром вхідного сигналу.

Контрольні питання

1. Проведіть класифікацію сигналів, що використовують в інформаційно - вимірювальних системах.
2. Дайте визначення інформативного параметру вимірюваної величини.

Тема 2. Перетворення вхідного вимірювального сигналу.

Перетворення вхідного вимірювального сигналу в ІВС можна розділити на ряд етапів, зміст яких залежить від форми сигналу і вимог до подання вихідного сигналу. На рис.2 представлено структурну схему послідовності операцій з вимірювальним сигналом, які найбільш часто використовують при вимірах потужності і кількості електричної енергії.

Попередні операції з аналоговим вимірювальним сигналом зв'язані в першу чергу зі зміною масштабу його інформативного параметра.

Масштабним лінійним перетворенням називають операцію створення вихідного сигналу, інформативний параметр якого пропорційний однорідному інформативному параметру вхідного сигналу.

При вимірі потужності і кількості електричної енергії інформативними параметрами є миттєві значення струму і напруги у вимірюваному колі. Оскільки ці величини змінюють в широкому діапазоні, то можливе як ослаблення, так і посилення сигналу. Причому ослаблення сигналу, може виконуватися в кілька етапів різними технічними пристроями. Наприклад, при перетворенні миттєвого значення фазного струму послідовно використовують трансформатор струму і диференціальний підсилювач з програмованим коефіцієнтом підсилення.

В енергетиці прийнято, що розглянуті вхідні вимірювальні сигнали описують періодичною функцією і є полігармонійними. Розкладання складного сигналу на елементарні здійснюється за певною системою, зокрема за системою ортогональних функцій - в узагальнений ряд Фур'є. Виконання гармонійного аналізу є попередньою операцією з сигналом і дозволяє, при необхідності, зробити цілеспрямовану фільтрацію сигналу. Фільтрацією називають виділення з сигналу його частини, частотний спектр якої лежить у певній області (в смузі пропускання). Як приклад, можна привести застосування фільтра нижніх частот у сучасних лічильниках електричної енергії, що дозволяє відсіяти високочастотну перешкоду і підвищити точність виміру.

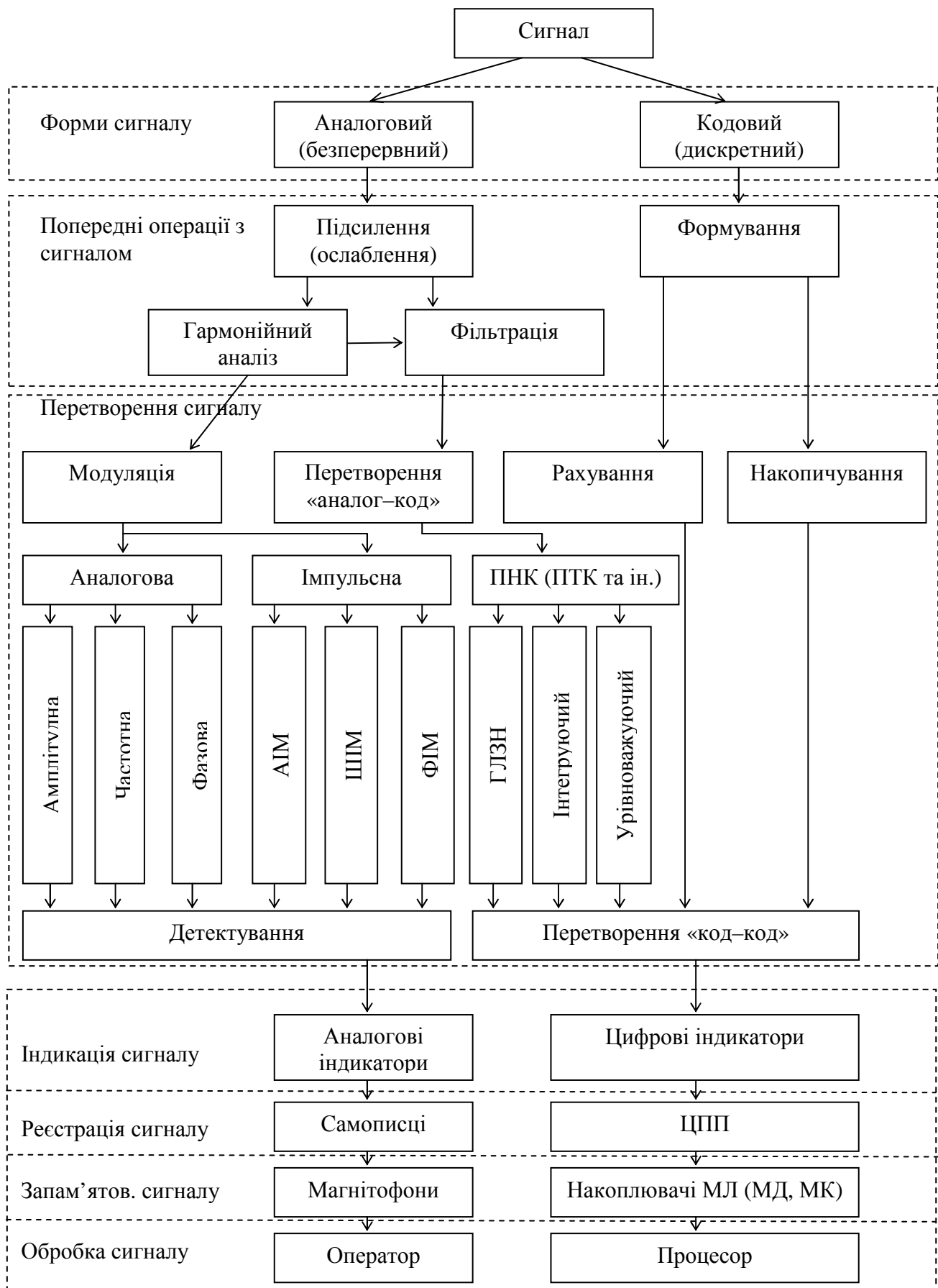


Рис. 2 – Структурна схема послідовності обробки сигналу

Слід зазначити, що й кодовий сигнал може бути підданий дискретному перетворенню Фур'є й цифровій фільтрації, однак на етапі попередніх операцій з сигналом це звичайно не роблять.

Це пов'язано з необхідністю застосування спеціалізованого мікропроцесора і при низькій частоті зміни вимірювального сигналу (≤ 2000 Гц) приведе до апаратурної надмірності.

У той же час досить широко застосовують операцію формування кодового сигналу, коли тривалість і амплітуда імпульсів або рівень потенціалів приводять до величини відповідної застосовуваної елементної бази.

Вхідний вимірювальний сигнал піддається перетворенню відповідно до алгоритму роботи ІВС. На якомусь етапі виникає необхідність передачі його лінією зв'язку. В цьому випадку, як показує досвід, використовують таке перетворення сигналу, як модуляція. При модуляції миттєве значення первинного сигналу або такого, що модулює, керує одним з параметрів допоміжного сигналу, званого несучим. В якості первинного сигналу, що модулює, у вимірювальній техніці використовують аналоговий вимірювальний сигнал.

Контрольні питання

1. У яких випадках застосовують модуляцію й демодуляцію сигналу в інформаційно - вимірювальних системах та в чому полягає суть цих операцій?
2. Довести необхідність застосування в цифрових лічильниках електричної енергії аналого - цифрових перетворювачів (АЦП) і здійснити їхню класифікацію за видом перетворення.
3. Чим обумовлене застосування в цифрових лічильниках електричної енергії перетворювачів «код – код»?
4. Дайте загальну характеристику всіх етапів перетворення сигналу в інформаційно - вимірювальних системах..

Тема 3. Вимірювальні трансформатори струму й напруги.

Попереднє перетворення сигналу, що несе інформацію щодо амплітудних значень фазного струму й напруги, виконують за допомогою масштабних лінійних перетворювачів, які технічно реалізовані як вимірювальні трансформатори струму (ТС) і напруги (ТН).

Трансформатори струму за принципом дії не відрізняються від звичайних силових трансформаторів, що служать для перетворення змінного струму, але використовують їх в режимі, близькому до короткого замикання, що й дозволяє застосовувати їх для вимірів.

На рис. 3 наведена схема, що пояснює принцип роботи трансформатора струму.

За допомогою трансформаторів струму можна робити виміри в ланцюгах зі струмом від часток ампера до десятків тисяч ампер,

користуючись амперметрами, ватметрами й лічильниками електричної енергії, що мають завжди той самий стандартний номінальний струм 5 А.

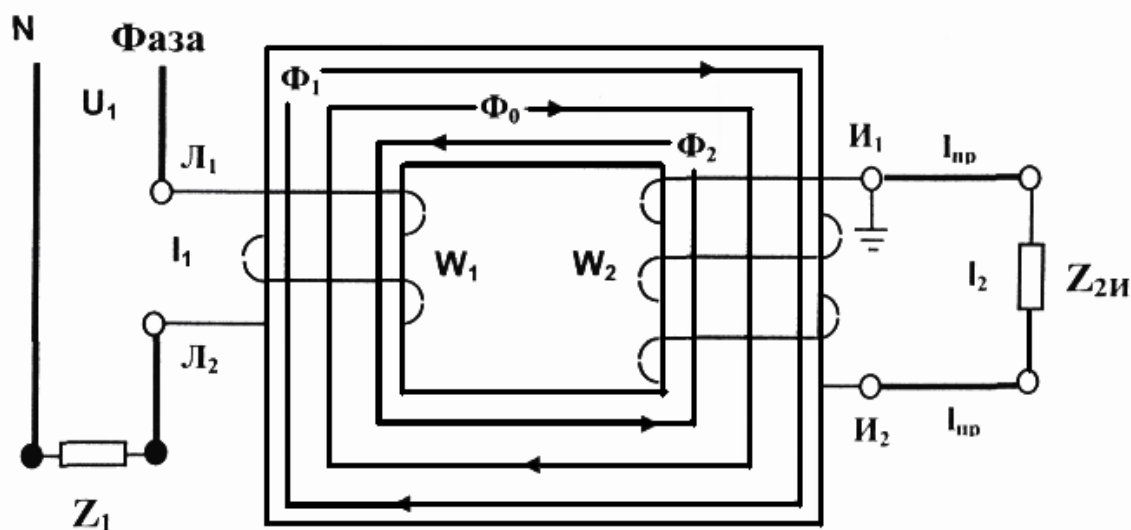


Рис. 3 - Схема процесів взаємозв'язку первинного й вторинного ланцюгів ТС ($W_1 \ll W_2$, де W - кількість витків)

Нормальним режимом роботи ТС є режим короткого замикання (КЗ) його вторинного кола. В цьому режимі вторинним колом ТС проходить індукований струм I_2 , що своєю магніторушійною силою створює в магнітопроводі вторинний потік магнітної індукції Φ_2 , спрямований за законом електромагнітної індукції назустріч потоку магнітної індукції Φ_1 , генерованому магніторушійною силою струму первинного ланцюга I_1 (рис.3). У результаті в сердечнику в стаціонарному режимі встановлюється порівняно слабкий сумарний номінальний потік магнітної індукції $\Phi_0 = \Phi_1 - \Phi_2$ (він становить 2–3 % від Φ_1), що індукуює у вторинній обмотці невелику ЕРС (не більше 1 В), що підтримує струм у вторинному ланцюзі в діапазоні (0–100)% номінального струму $I_{2н}$, пропорційний значенню струму первинного ланцюга $I_1 = (1-100) \% I_{1н}$. Струм первинного ланцюга не залежить від навантаження вторинного ланцюга й може змінюватися від нуля до номінального, а у випадку короткого замикання в первинному ланцюзі ($Z_1=0$) перевершувати номінальний у десятки разів. У цьому випадку безпека вторинних ланцюгів і їхніх навантажень забезпечується за рахунок входження сердечника ТТ у насичення. При цьому припустиме перевантаження визначається коефіцієнтом безпеки ТТ, що звичайно дорівнює 2-3.

Якщо вторинний ланцюг ТТ розімкнути (аварійний режим), то зникнення вторинного струму I_2 і створеного ним магнітного потоку Φ_2 приведе до значного зростання магнітного потоку $\Phi_0 = \Phi_1$ магніторушійної

сили струму первинного ланцюга й, відповідно, збільшенню ЕРС у вторинній обмотці (до декількох кіловольтів), що може викликати пробій ізоляції й небезпеку поразки струмом для обслуговуючого персоналу.

Трансформатори напруги, як і трансформатори струму, за принципом дії є звичайними трансформаторами змінного струму. На противагу ТС ТН включають не послідовно в ланцюг навантаження, а паралельно їй, тобто на затискачі його первинної обмотки подається напруга, яка підлягає виміру. Працює він у режимі, близькому до холостого ходу, коли втрати напруги в обмотках досить незначні, внаслідок чого напруга на вторинних затискачах виявляється строго пропорційним напрузі, підведеному до первинної обмотки, і майже не залежним від навантаження у вторинному ланцюзі, якщо це навантаження досить мале.

Контрольні питання

1. Поясніть принцип дії вимірювального трансформатора струму.
2. Що є причиною виникнення похибки вимірювального трансформатора струму?
3. Які особливості сучасних матеріалів дозволяють істотно зменшити похибки вимірювального трансформатора струму?
4. Поясніть принцип дії й наведіть основні характеристики вимірювального трансформатора напруги.

Тема 4. Аналого-цифрові перетворювачі. Принцип роботи. Технічні характеристики.

Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) вирішують завдання пошуку однозначної відповідності аналоговому сигналу цифрового коду. На вхід АЦП надходить аналоговий сигнал, і після певного кінцевого часу перетворення на його виході з'являється цифровий код.

Розроблено багато різних методів аналого-цифрового перетворення. Наприклад, методи послідовного рахунку, порозрядного урівноваження, подвійного інтегрування; з перетворенням напруги в частоту, паралельного перетворення.

Фірма Analog Devices є світовим лідером в сфері виробництва АЦП й інших мікросхем. Серед АЦП, що випускає фірма сігма-дельта АЦП, що мають високу точність, забезпечену високою розрядністю й лінійністю перетворення без застосування багаторівневих граничних пристроїв, а також ефективною фільтрацією перетвореного сигналу.

Сігма-дельта АЦП складаються, в основному, із двох частин – сігма-дельта модулятора й перетворюючого цифрового фільтра. На вході модулятора – перетворений аналоговий сигнал, а на його виході – сигнал, що представляє собою послідовність одиничних ("1") і нульових ("0") посилок, загальна частота проходження яких дорівнює тактовій частоті f_T .

Тривалість кожної послілки "1" та "0" дорівнює

$$\tau = 1/f_T .$$

Частота проходження посилок "1" (у складі зазначеної послідовності) пропорційна вхідному сигналу й дорівнює

$$f_{\text{МОД}} = f_T \cdot n_1 / (n_1 + n_0), \quad (1)$$

де n_1 й n_0 – кількість посилок "1" й "0" на обраний інтервал дискретизації.

Сігма-дельта модулятор аналогічний за будовою ЧІМ модулятору й також є частотним, але його вихідна послідовність, завдяки тактовій синхронізації, відрізняється від послідовності імпульсів ЧІМ модулятора. У сигналі ЧІМ модулятора тривалість імпульсів постійна, а частота їхнього проходження може приймати будь-які значення, пропорційні вхідному сигналу, – в межах діапазону частот модулятора. У сигналі сігма-дельта модулятора тривалості посилок τ постійні. Але, залежно від частоти (1), вони можуть утворювати імпульси й інтервали, тривалість яких кратна τ . У результаті, імпульси й інтервали є квантованими.

Сигнал сігма-дельта модулятора надходить на вхід цифрового фільтра, завдання якого полягає в перетворенні сигналу модулятора в цифровий сигнал АЦП. Звичайно це КІХ фільтр із багаторозрядним виходом, але з однорозрядним (молодшого розряду) входом. Фільтр має властивість підсумовування (рис. 4). На рис. 4, а зображені тактові імпульси із частотою проходження f_T , на рис. 4, б – імпульси дискретизації, частота проходження яких вибирається, виходячи з необхідної розрядності N цифрового сигналу, відповідно до залежності

$$f_D = f_T / 2^N . \quad (2)$$

Частоту f_D , відповідно до (2), одержують шляхом розподілу f_T на 2^N . Тактові імпульси дискретизації на рис. 3 умовно показані короткими. Звичайно це імпульси, які впливають зі шпаруватістю, що дорівнює двом.

На рис. 4, в показана послідовність посилок сігма-дельта модулятора з $f_{\text{МОД}} = 3 \cdot f_T / 5$; на рис. 4, г-з – 5-розрядна послідовність на виході фільтра й, відповідно, АЦП у цілому. Звичайно $N=12, 16, 20$ або 24 , а тут $N=5$ для спрощення малюнка. Цифровий код послідовності на інтервалі дорівнює 10011.

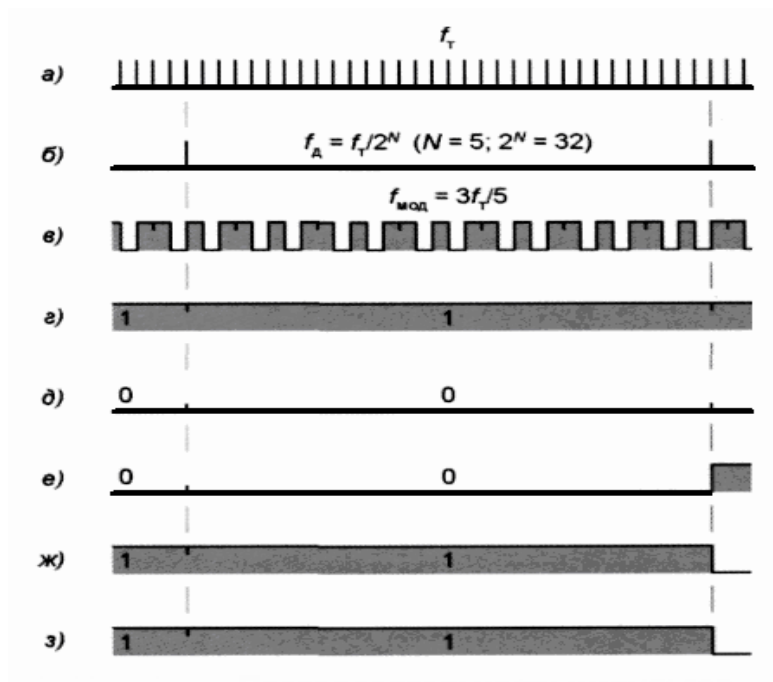


Рис. 4 - Послідовності імпульсів тактової (а) і частоти дискретизації (б), сігма-дельта модулятора (в) і 5-розрядних даних АЦП (г-з)

На попередньому інтервалі він також дорівнює 10011, а на наступному - 10100. Зміна коду від інтервалу до інтервалу (у молодших розрядах) компенсує погрішність, обумовлену квантуванням. У цьому - ще одне з переваг сігма-дельта АЦП.

Код визначається кількістю посилок "1" на інтервалі дискретизації, що дорівнює, згідно з (2),

$$\Delta t = 1/f_D = 2^N/f_T = 2^N \cdot \tau \quad (3)$$

і пропорційний середньому значенню перетвореного сигналу на цьому інтервалі.

Контрольні питання

1. Наведіть структурну схему й поясните алгоритм роботи АЦП послідовного рахунку.

2. Наведіть структурну схему й поясните алгоритм роботи АЦП порозрядного зрівноваження.

3. Наведіть структурну схему й поясните алгоритм роботи АЦП подвійного інтегрування.

4. Наведіть структурну схему й поясните алгоритм роботи АЦП паралельного перетворення.

5. Наведіть структурну схему й поясните алгоритм роботи АЦП із перетворенням напруги в частоту.

6. Поясніть алгоритм роботи сігма-дельта АЦП.

Тема 5. Вимірювальні перетворювачі з використанням ефекту Холу.

У гальваномагнітних перетворювачах використовують вторинні ефекти, що виникають у провідниках або напівпровідниках зі струмом через вплив на них магнітного поля. Практичне застосування одержав ефект Холу, що полягає в появі ЕРС між точками, які є еквіпотенціальними за відсутності магнітного поля, а також ефект зміни електричного опору. На першому ефекті засновані перетворювачі Холу, на другому - магніторезистори й магнітодіоди. Перетворювач Холу являє собою чотириполюсник (рис. 5), виконаний у вигляді тонкої пластини з напівпровідникового матеріалу. Два виводи (1 і 2) - струмові, вони служать для підключення перетворювача до зовнішнього джерела струму, а два інших (3 і 4) - потенційні, між якими виникає ЕРС.

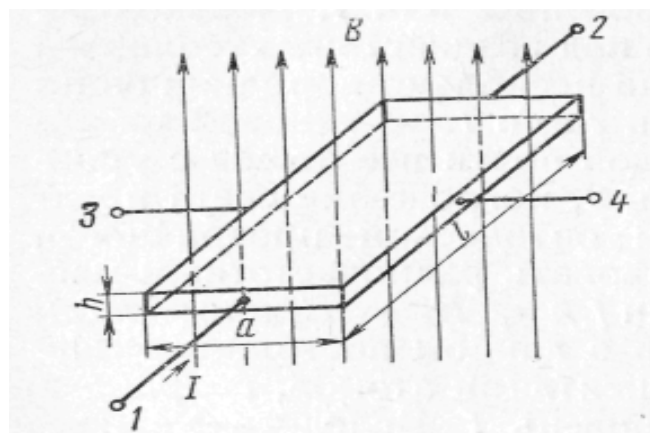


Рис. 5 - Принцип дії перетворювача Холу

Якщо перетворювач помістити в магнітне поле, вектор магнітної індукції якого B спрямований перпендикулярно площині перетворювача, то носії струму (вільні електрони й «дірки») під дією сил Лоренца відхиляться до однієї з бічних граней, внаслідок чого на ній створиться надлишок зарядів одного знака, а на протилежній грані виникне заряд іншого знака. В результаті між виводами 3 і 4 з'явиться ЕРС $E_{\text{хл}}$, яку називають ЕРС Холу, і відповідне електричне поле Холу.

Перетворювачі Холу виготовляються кристалічні і плівкові. Кристалічні перетворювачі виконують у вигляді тонких пластинок ($h = 0,1 \dots 0,5$ мм), вирізаних з монокристалів Ge, Si, або із кристалів хімічних сполук InAs, InSb, HgSe, HgTe і ін. Струмові виводи припаюють по всій довжині граней, а потенційні - до середини граней (рис. 6, а).

Плівковий перетворювач І (рис. 6, б) разом з виводами виходить випаром у вакуумі вихідної речовини, що осаджується тонким шаром ($h = 1 - 20$ мкм) на ізоляційній підкладці 2, наприклад, зі слюди.

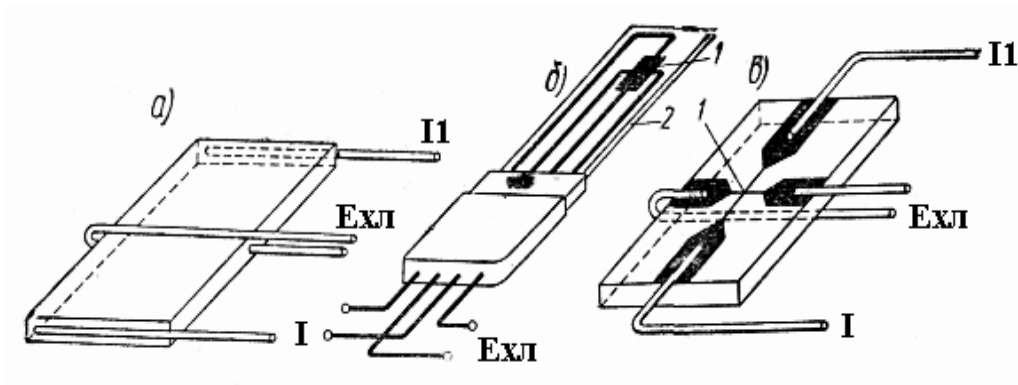


Рис. 6 - Конструкція перетворювача Холу

Оскільки вихідна величина перетворювача залежить від двох вхідних величин I й B , то його чутливість – гальваномagnetна чутливість

$$S_{IB} = E_{хл} / IB. \quad (4)$$

Контрольні питання

1. Які фізичні процеси відбуваються у вимірювальних перетворювачах з використанням ефекту Холу?
2. У чому особливості конструкції вимірювальних перетворювачів з використанням ефекту Холу?
3. Чим обумовлені похибки вимірювальних перетворювачів з використанням ефекту Холу?

Тема 6. Вимірювальні перетворювачі потужності.

Сьогодні широке застосування знайшли вимірювальні перетворювачі потужності (ВПП) у ватметрах і лічильниках електроенергії в енергетиці й на електротранспорті.

Залежно від призначення ВПП, його вихідний сигнал може бути пропорційний миттєвій потужності

$$w(t) = u(t) \cdot i(t);$$

активній (середній) потужності

$$W = 1/nT \int_0^{nT} u(t) \cdot i(t) dt;$$

реактивній потужності

$$Q = 1/nT \int_0^{nT} u(t) \cdot i(t \pm \Delta t\pi/2) dt ;$$

або повній потужності

$$S = 1/nT \sqrt{\int_0^{nT} u^2(t) dt \int_0^{nT} i^2(t) dt} .$$

Для синусоїдального струму й напруги

$$W = UI \cos \varphi ; Q = UI \sin \varphi ; S = UI ,$$

де U та I – діючі значення напруги й струми, фазовий зсув між миттєвими значеннями яких дорівнює φ .

Існують наступні основні структури цифрових вимірників потужності:

- з проміжними аналоговими перетвореннями потужності в інформативний параметр електричного сигналу й наступним перетворенням «аналог – код» (рис. 7, а);

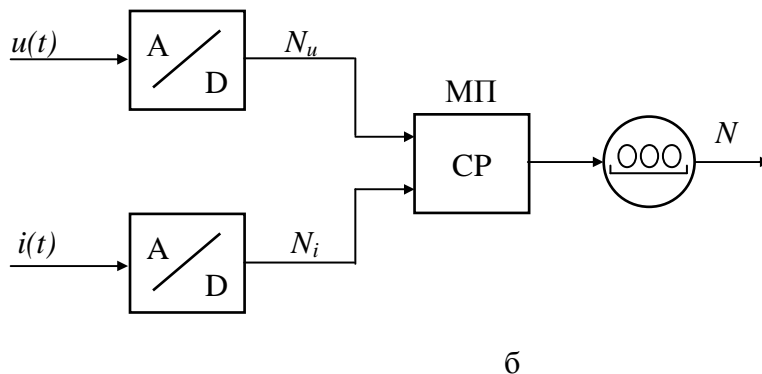
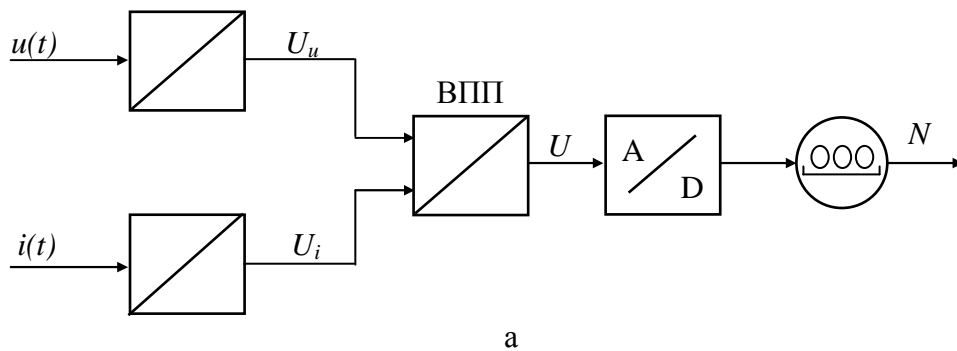


Рис. 7 - Структура цифрових вимірників потужності

- з перетворенням інформативних параметрів вхідних сигналів у код і визначенням результату за допомогою цифрових обчислювальних пристроїв (рис. 7, б).

Структура цифрового вимірника потужності з аналоговим вимірювальним перетворювачем потужності припускає здійснення аналогового перемножування напруги, пропорційної струму, на напругу, пропорційну напрузі. Ця операція може бути виконана за допомогою вимірювального перетворювача на основі ефекту Холу.

Ґрунтуючись на вираженні (4) для перетворювача Холу, можна побудувати ватметр, якщо одну із вхідних величин (наприклад, індукцію B) зробити пропорційною напрузі, а іншу (струм I) - струму через навантаження. Тоді ЕРС Холу буде пропорційна потужності.

Структури з перетворенням інформативних параметрів вхідних сигналів у код припускають цифрове перемножування їхніх миттєвих значень й усереднення результатів або цифрове перемножування інтегральних значень. У першому випадку значення вимірюваної потужності визначається з вираження

$$N_w = T_{\text{ц}}/T \sum_{R=1}^n N_u(kT_{\text{ц}}) N_i(kT_{\text{ц}}) = 1/n \sum_{R=1}^n N_w(kT_{\text{ц}}),$$

де n – число миттєвих значень $N_u(kT_{\text{ц}})$ й $N_i(kT_{\text{ц}})$ обох сигналів у дискретні моменти часу t_k за період T із шагом дискретизації $T_{\text{ц}}$.

Структура даного методу зображена на рис. 7, б. Вона містить два перетворювачі миттєвих значень $u(t)$ й $i(t)$ у код, мікропроцесор і цифровий відліковий пристрій. Застосування цього методу найбільше ефективно в ланцюгах із сигналами низьких та інфранизьких частот.

Контрольні питання

1. Які існують основні структури цифрових вимірників потужності?
2. Поясніть будову і принцип роботи ватметра, заснованого на ефекті Холу.
3. Поясніть пристрій і принцип роботи широтно - імпульсного множника на основі використання перетворювача «напруга – час».

Тема 7. Мікропроцесори (МП). Основні терміни і визначення.

Мікропроцесор (МП) – програмно-керований пристрій обробки інформації, як правило, виконаний на одній великій (VLS) або надвеликій (NVLS) інтегральній схемі.

Мікропроцесорний пристрій (система) – пристрій (система), виконаний на основі МП.

Мікроконтролер – функціонально закінчений мікропроцесорний керуючий пристрій, призначений для безпосереднього вбудовування в об'єкт керування, що містить на одному кристалі, крім МП, модулі пам'яті програм і даних, а також необхідні інтерфейсні схеми. Мікроконтролерами називають також і могутніші одноплатні МП пристрої, що використовують сучасні високопродуктивні МП, але також призначені для застосування, що передбачає вбудовування в технологічний модуль.

Контролер (у перекл. з англ. – керуючий) – термін, широко використовуваний в МП техніці, має різний сенс залежно від характеру застосування. Найбільше часто застосовують як назву пристроїв керування периферійним устаткуванням комп'ютерних систем (контролер клавіатури, контролер дисплея, контролер послідовного інтерфейсу і ін.).

Пристрій пам'яті МП систем – пристрій, призначений для зберігання керуючих програм і даних, що підлягають обробці. Всі пристрої пам'яті ділять на внутрішні і зовнішні, енергозалежні (оперативні – які втрачають інформацію при відключенні електроживлення) і енергонезалежні (постійні).

ОЗП (RAM) – мікросхема (мікросхеми), що реалізує оперативний запам'ятовувальний пристрій. Призначена в основному для запису, зчитування і тимчасового зберігання програм і даних користувача. При зникненні напруги живлення інформація пропадає. Час доступу до ОЗП при записі значно менший, ніж до ЕСППЗП, і тому мікросхеми ОЗП в найближчій перспективі не будуть замінені схемами ЕСППЗП. В загальному випадку використовують базову аббревіатуру RAM (Random Access Memory), що дослівно означає "пам'ять з довільним доступом".

Кеш – допоміжна оперативна пам'ять, не доступна для програміста. Розміщується функціонально між мікропроцесором і ОЗП. Служить для підвищення швидкодії. В ній зберігається і обновлюється дубльований з ОЗП вміст осередків з найбільш часто вживаними в програмі командами.

Таймер – мікросхема для підрахунку числа імпульсів напруги, реалізації затримки імпульсів на заданий час, генерації серії імпульсів заданої частоти, визначення тривалості одиничного імпульсу і інших подібних застосувань.

Інтерфейс – сукупність пристроїв і правил, за якими реалізований обмін інформацією. В більш вузькому значенні інтерфейс - це мікросхема, що виконує зазначені функції.

Паралельний інтерфейс – мікросхема, що реалізує пересилання інформації в паралельному коді (електричне подання двійково-кодованих чисел) шиною, що складається з 8, 12, 16 паралельних електричних провідників. Паралельний інтерфейс забезпечує ввід-вивід інформації, наприклад вивід з комп'ютера на принтер.

Послідовний інтерфейс – мікросхема, що реалізує пересилання інформації в послідовному коді за двохпровідною лінією. Імпульси

напруги двійково–кодованих чисел передають послідовно один за одним. Послідовний інтерфейс служить для пересилання інформації між окремими комп'ютерами (телефонними лініями) або між керуючим комп'ютером і окремим об'єктом керування (більш ніж на 5-10 м). Як правило, послідовний інтерфейс використовують в парі з модемом (модулятором-демодулятором).

Переривання – тимчасове припинення виконання поточної програми і перехід до виконання іншої програми (як правило, підпрограми) з наступним поверненням назад. Переривання ініціюється «зненацька» для мікроЕОМ за сигналом будь-якого зовнішнього пристрою (наприклад, датчика аварійної ситуації) або за сигналом внутрішнього таймера для виконання однієї і тієї ж підпрограми через строго фіксовані проміжки часу.

Обмін за перериванням – пересилання інформації, що виконується в результаті входження мікроЕОМ в режим обробки сигналу, що надійшов (запиту) на переривання.

Порт, з погляду програміста, – це адреса зовнішнього пристрою (паралельного інтерфейсу, таймера і ін.), за яким можна зробити запис інформації (наприклад, для програмування мікросхеми на певний режим роботи або для виводу інформації з комп'ютера) або її зчитування. З апаратної точки зору порт – це елемент пам'яті, що тимчасово зберігає і пересилає інформацію. З погляду користувача поняття порту часто ототожнюється з яким-небудь зовнішнім пристроєм (ЦАП, АЦП, датчик, і т.д.), що підключені до цього порту.

Мови програмування нижнього рівня – машинний код, машинна мова, асемблер.

Команда – запис в двійковій, восьмеричній, шістнадцятиричній системах числення або в скороченому буквеному вигляді, що вказує, як саме потрібно обробити дані і де ці дані зберігаються. Команда безпосередньо виконується в ЕОМ. З команд програміст складає програму.

До основних параметрів МП відносяться:

- тип мікроелектронної технології, використовуваної при виготовленні кристала МП;
- кількість кристалів, що утворюють МП;
- розміри кристала, кількість елементів (транзисторів) в кристалі;
- кількість виводів корпусу МП;
- розрядність машинного слова;
- швидкодія (тактова частота, тривалість виконання основних операцій);
- ємність адресуємої пам'яті;
- тип пристрою керування операціями (схемне, мікропрограмне);
- ефективність системи команд (кількість команд, виконуваних операцій, можливі способи адресації, можливість роботи зі стеком, з

бітами, з десятковими числами, числами з плаваючою точкою і т.п.);

- кількість рівнів переривань;
- можливість прямого доступу до пам'яті;
- пропускна здатність інтерфейсів вводу-виводу;
- кількість і рівні живлячих напруг;
- параметри використовуваних сигналів;
- потужність, що розсіюється мікросхемою МП.

Контрольні питання

1. Поясніть терміни: мікропроцесор, мікроконтролер, мікропроцесорний пристрій, однокристальна ПК, мікроконтролер, програмувальний логічний контролер (ПЛК), контролер, комп'ютер.
2. Проведіть класифікацію видів і типів пам'яті, використовуваних у сучасних мікропроцесорних системах.
3. Які мови програмування використовують для програмування в сучасних мікропроцесорних системах?
4. Чим відрізняється послідовний інтерфейс від паралельного ?
5. Поясніть, з якою метою в мікропроцесорних системах використовуються переривання.
6. Поясніть, що розуміється під архітектурою ПК й які типи архітектури відомі.
7. Перелічіть основні параметри мікропроцесора та дайте коротку характеристику.

Тема 8. Поняття про структурну організацію і принцип дії МП.

Основи організації і принцип дії МП представлені на прикладі спрощеної структурної схеми, представленої на рис. 8.

На даній схемі показані лише ті пристрої й вузли, які необхідні для пояснення принципу дії МП і взаємодії його з іншими пристроями МП системи.

Основним пристроєм МП є арифметико-логічний пристрій (АЛП), в якому виконуються усі арифметичні і логічні операції над так званими операндами - елементами інформації (числами, логічними змінними та ін.), над якими необхідно зробити ті або інші операції. Всі інші пристрої і вузли МП стосовно АЛП є допоміжними і забезпечують підготовку й введення в АЛП операндів, указують, яку саме операцію необхідно виконати, в якому вигляді і де зберігати або куди видати результат операції.

Тому що МП конструктивно являє собою кристал, поміщений в корпус, то взаємодія МП з іншими пристроями може здійснюватися тільки через систему виводів корпусу. Всі виводи діляться на 4 групи. Першу групу утворюють виводи шини даних (ШД), що представляє собою n - розрядну ($n = 8, 16, 32, 64$) двонаправлену шину, за допомогою якої здійснюється обмін даними між МП і іншими пристроями МП системи.

Значну роль у взаємодії МП з іншими пристроями МП системи грають буфери адреси (БА) і даних (БД), які відрізняються тим, що мають три стійких стани: два активних (прийоми інформації в МП і видача інформації з нього), при цьому на шинах можуть бути сигнали 1 або 0, а третій - пасивний (високоімпедансний), при якому буфери відключені від шин.

Для прискорення процесу обміну даними усередині МП використовується внутрішня шина даних (ВШД). Регістр команд (РК) служить для зберігання коду поточної команди керуючої програми. Регістр адреси (РА) використовують для формування й зберігання адреси наступної (n+1) команди.

Як керуючий автомат (КА) в найпростішому випадку може використовуватися дешифратор, що розшифровує код команди і перетворює його в набір сигналів керування операціями.

Буферні регістри БР і БР-А (регістр-акумулятор) використовують для тимчасового зберігання операндів і результату виконаної в АЛП операції.

Взаємодія всіх пристроїв і вузлів МП забезпечує пристрій керування і синхронізації (ПК і С).

Принцип дії МП можна розглядати в самому загальному вигляді на прикладі виконання операцій в ньому. Виконання команди, як правило, складається з трьох основних етапів: вибірка (читання) команди з пам'яті МП системи в МП, читання операнда (операндів) з пам'яті МП системи в МП, власно виконання операції.

Спочатку здійснюється передача вмісту РА (адреси команди) через ША в пам'ять системи; потім за зазначеною адресою здійснюється вибірка 1-го байта команди (коду операції - КОП) з пам'яті МП системи і передача його через ШД в РК; одночасно автоматично виконується інкрементування (додавання "1" до вмісту) РА, тобто формування адреси наступної команди; далі здійснюється дешифрування КОП в КА. Потім, якщо необхідно (залежно від виду команди), здійснюється вибірка 2-го і 3-го байтів команди (аналогічно тому, як це робилося для 1-го байта). Далі виконується читання з пам'яті МП системи операнда, що заноситься в один з буферних регістрів БР або БР-А. Потім здійснюється підключення інформаційних виходів буферних регістрів до АЛП, де й виконується операція, обумовлена КОП. Результат операції заноситься в БР-А.

Контрольні питання

1. З яких основних пристроїв складається мікропроцесор?
2. Якими шинами здійснюється передача інформації в мікропроцесорі?
3. Поясніть функції арифметико-логічного пристрою (АЛП). Дайте визначення команд й операндів.
4. Які пристрої забезпечують роботу АЛП?
5. Поясніть принцип роботи мікропроцесора.
6. Назвіть основні типи керуючих сигналів і синхросигналів.
7. Поясніть структуру формату машинної команди.
8. Які відомі типи адресації пам'яті в мікропроцесорі?
9. Проведіть класифікацію сучасних мікропроцесорів.

Тема 9. Загальні відомості про цифрову обробку сигналів.

Цифрова обробка сигналу - це арифметична обробка в реальному масштабі часу послідовності значень амплітуди сигналу, отриманих через рівні тимчасові проміжки. Прикладами цифрової обробки є:

- фільтрація сигналу;
- згортка двох сигналів (змішання сигналів);
- обчислення значень кореляційної функції двох сигналів;
- посилення, обмеження або трансформація сигналу;
- пряме/зворотне Фур'є-перетворення сигналу.

Аналогова обробка сигналу, традиційно використовувана в багатьох радіотехнічних пристроях, і є в багатьох випадках більш дешевим способом досягнення необхідного результату.

Приклад аналогової фільтрації сигналу наведений на рис. 9.

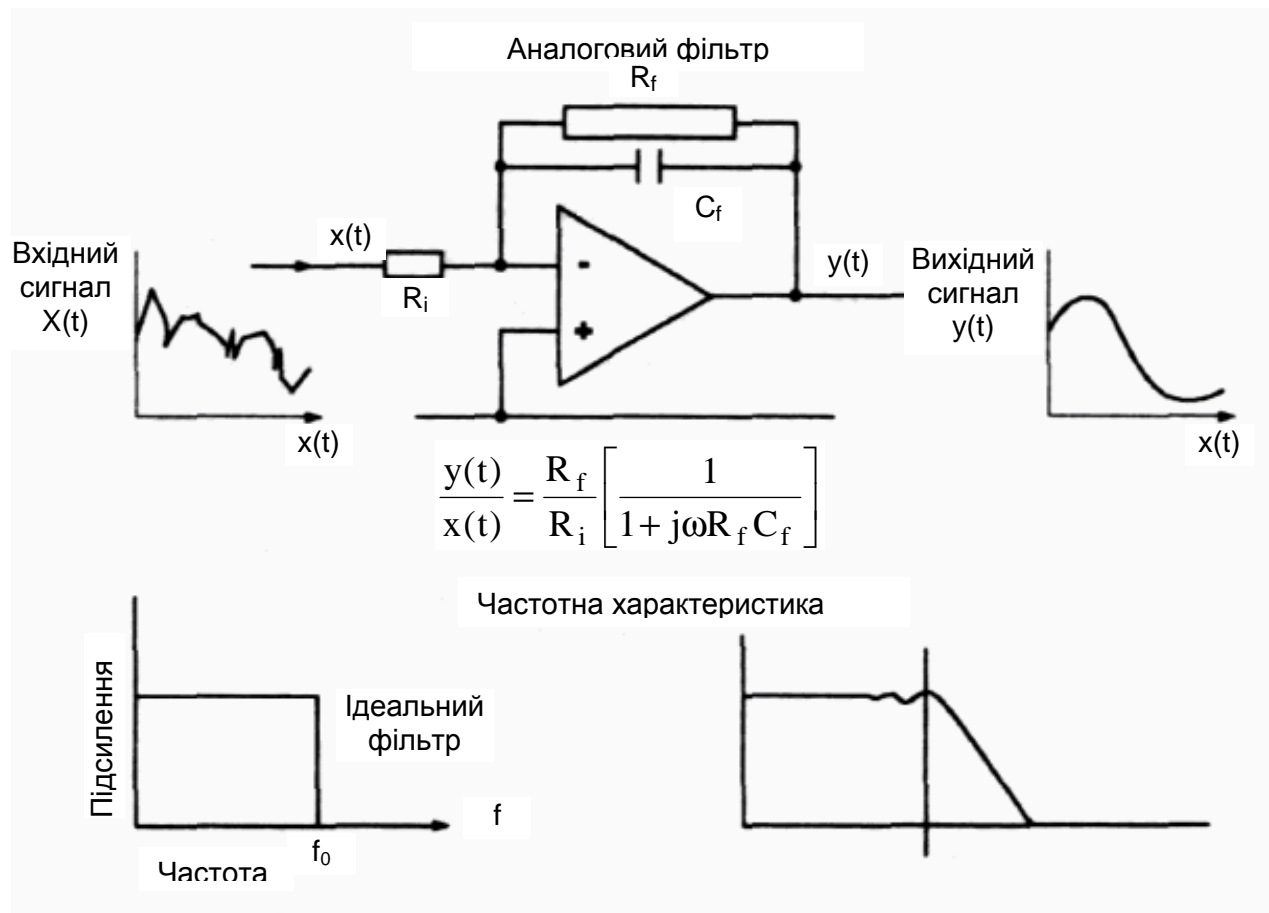


Рис. 9 - Аналогова обробка сигналу

Однак, коли потрібна висока точність обробки, мініатюрність пристрою, стабільність його характеристик в різних температурних умовах функціонування, цифрова обробка виявляється єдиним прийнятним рішенням.

Аналогічні результати обробки сигналу можуть бути отримані за

допомогою цифрової схеми, зображеної на рис. 10. Компонентами схеми є фільтри низької частоти (ФНЧ), що виконують попереднє й наступне видалення із частотного спектра додаткових гармонік сигналу, аналого-цифровий (АЦП) і цифро-аналоговий (ЦАП) перетворювачі сигналу й властиво цифровий фільтр із кінцевою імпульсною характеристикою. Амплітудно-частотну характеристику фільтра визначають значеннями коефіцієнтів фільтра $C(k)$. Змінюючи кількість коефіцієнтів (довжину фільтра) і їх значення, можна одержати фільтр із будь-якою необхідною амплітудно-частотною характеристикою.

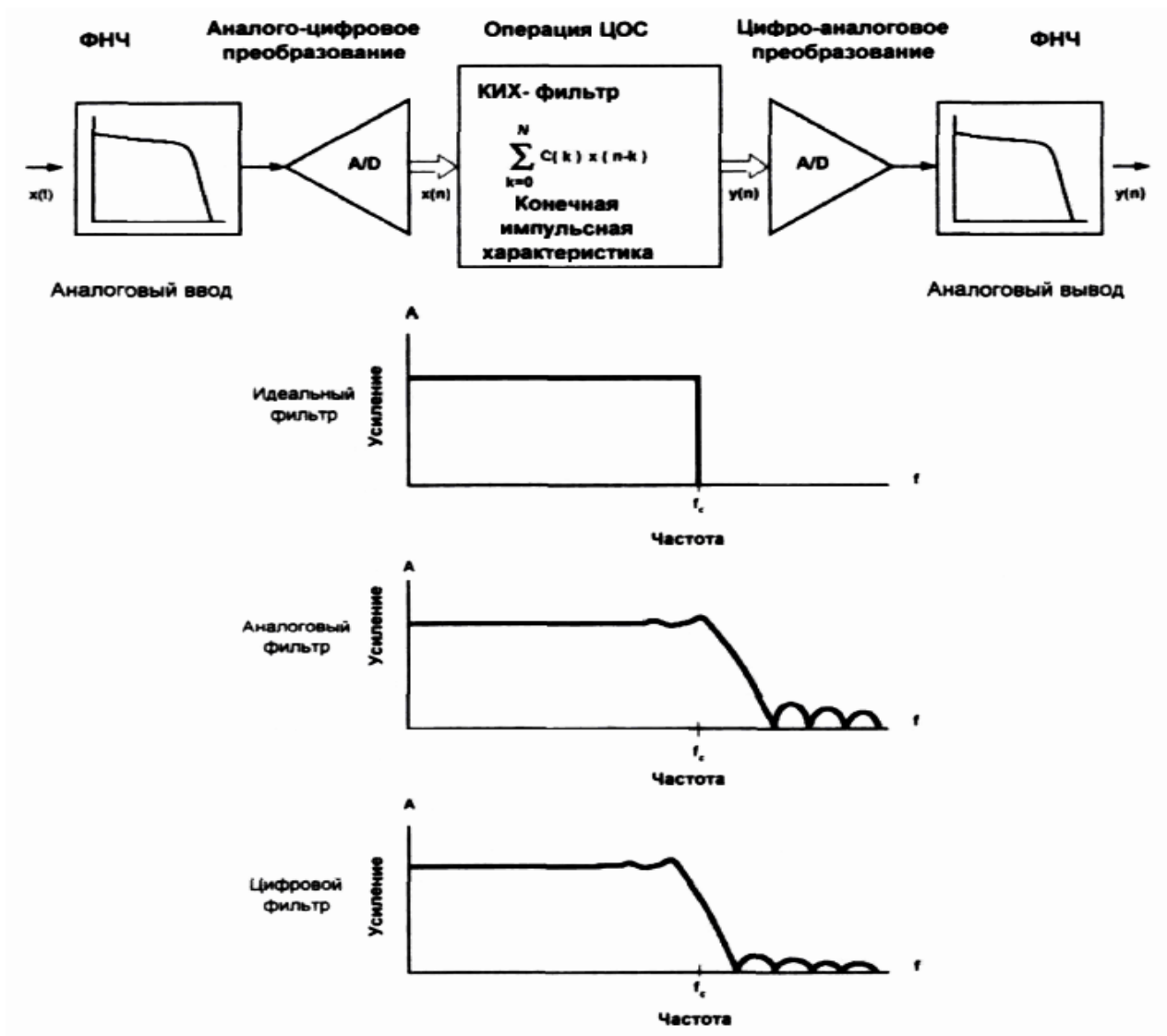


Рис. 10 - Цифровая обработка сигнала

Для ефективної реалізації алгоритмів цифрової фільтрації необхідна апаратна підтримка базових операцій: множення з нагромадженням (МАС), модульної адресної арифметики, нормування результатів арифметичних операцій.

Іншим часто виконуваним перетворенням сигналу є перетворення Фур'є. Будь-який сигнал може бути представлений як у часовій області (сукупність графіків у координатах «час – амплітуда»), так і в частотній (послідовність графіків у координатах «частота – амплітуда»). Залежно від складності реалізації обробки може бути обране або частотне, або часове подання сигналу. Перетворення Фур'є дозволяє здійснювати перенос сигналу з однієї форми подання в іншу.

Контрольні питання

1. Які основні операції цифрової обробки сигналу виконують за допомогою сигнальних мікропроцесорів?
2. Дайте характеристику дискретного перетворення Фур'є.

Тема 10. Сигнальні мікропроцесори.

Для цифрової обробки сигналів використовують так звані сигнальні мікропроцесори. Їхніми особливостями є малорозрядна (40 розрядів і менше) обробка чисел з плаваючою точкою, переважне використання чисел з фіксованою точкою розрядності 32 і менше, а також орієнтація на нескладну обробку більших масивів даних.

Відмінною рисою завдань цифрової обробки сигналів є потоковий характер обробки більших обсягів даних в реальному режимі часу, що вимагає від технічних засобів високої продуктивності і забезпечення можливості інтенсивного обміну із зовнішніми пристроями. Відповідність даним вимогам досягають завдяки специфічній архітектурі сигнальних процесорів та проблемно-орієнтованій системі команд.

Сигнальні процесори мають високий ступінь спеціалізації. В них широко використовують методи скорочення тривалості командного циклу, характерні і для універсальних RISC-процесорів, такі як конвеєризація на рівні окремих мікроінструкцій та інструкцій, розміщення операндов більшості команд в регістрах, використання тіньових регістрів для збереження стану обчислень при перемиканні контексту, поділ шин команд і даних (Гарвардська архітектура). В той же час для сигнальних процесорів характерним є наявність апаратного помножувача, що дозволяє виконувати множення двох чисел за один командний такт. В універсальних процесорах множення звичайно реалізується за кілька тактів, як послідовність операцій зсуву і додавання. Іншою особливістю сигнальних процесорів є включення в систему команд таких операцій, як множення з нагромадженням $C := A \times B + C$ з зазначеним у команді числом виконань в циклі та з правилом зміни індексів використовуваних елементів масивів A і B), інверсія біт адреси, різноманітні бітові операції. В сигнальних процесорах реалізується апаратна підтримка програмних циклів, кільцевих буферів. Один або декілька операндів вилучаються з пам'яті в циклі виконання команди.

Реалізація однотактного множення і команд, що використовують в якості операндів вміст комірок пам'яті, обумовлює порівняно низькі тактові частоти роботи цих процесорів. Спеціалізація не дозволяє піднімати продуктивність за рахунок швидкого виконання коротких команд типу $R, R \rightarrow R$, як це робить в універсальних процесорах. Цих команд просто немає в програмах обробки сигналів.

Сигнальні процесори різних компаній - виробників утворюють два класи, що істотно відрізняють за ціною: більш дешеві мікропроцесори з обробкою даних в форматі з фіксованою точкою і більш дорогі мікропроцесори, що апаратно підтримують операції над даними в форматі з плаваючою точкою.

Використання в сигнальній обробці даних в форматі з плаваючою точкою обумовлено декількома причинами. Для багатьох завдань, пов'язаних з виконанням інтегральних і диференціальних перетворень, особливу значимість має точність обчислень, забезпечити яку дозволяє експонентний формат подання даних. Алгоритми компресії, декомпресії, адаптивної фільтрації в цифровій обробці сигналів пов'язані з визначенням логарифмічних залежностей і досить чутливі до точності подання даних в широкому динамічному діапазоні.

Контрольні питання

1. Проаналізуйте сигнальні мікропроцесори компанії Texas Instruments.
2. Проаналізуйте сигнальні мікропроцесори компанії Motorola.
3. Проаналізуйте сигнальні мікроконтролери фірми Microchip Technology Inc.
4. Проаналізуйте сигнальні мікропроцесори компанії Analog Devices.
5. Дайте характеристику сигнального мікроконтролера ADuC812 фірми Analog Devices.
6. Дайте характеристику мікроконтролерам Du831/832/836/841/842 й ADu844/845/846, які випускає фірма Analog Devices.

Тема 11. Інтегральні мікросхеми компанії Analog Devices, призначені для роботи в складі однофазних і трифазних лічильників електричної енергії.

В листопаді 2003 року фірмою Analog Devices презентовані дві багатофункціональні ІМС з цифровим виходом - ADE7753 і ADE7758, призначені для виміру активної, реактивної і повної потужностей і електроенергії в складі однофазних і трифазних лічильників відповідно, крім того, в ІМС забезпечується вимір середньоквадратичних значень і

зчитування форми напруг мережі і струмів навантаження. Для ІМС можуть використовуватися як датчик струму трансформатор, що диференціює, без магнітного сердечника (котушка Роговського), а також шунт (для ADE7753) або трансформатор струму, навантажений на резистор (для ADE7753 і ADE7758). Програмне керування і зчитування вихідних даних в цифровій формі здійснюється через послідовний інтерфейс ІМС. Використання цифрових методів (зокрема, для виконання обчислювальних операцій) забезпечує високу точність обробки сигналів і є характерною рисою ІМС фірми Analog Devices, призначених для лічильників електроенергії.

На рис. 11 наведено структурну схему ІМС ADE7753. ІМС має два диференціальних входи: перший, з виводами V1P і V1N, - для підключення датчика струму; другий, з виводами V2P і V2N, - для підключення датчика напруги. ІМС ADE7753 містить кілька пристроїв для виміру і обчислення даних контролюваного ланцюга навантаження.

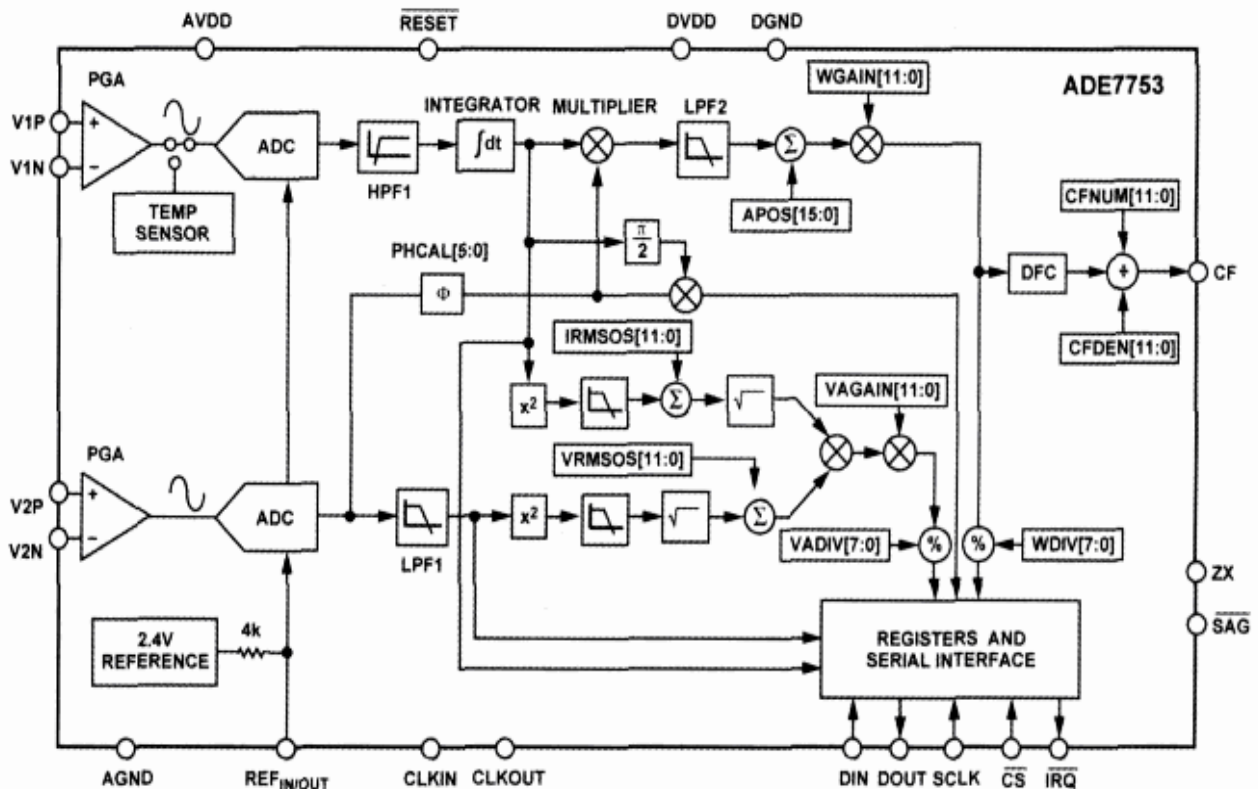


Рис. 11 - Структурна схема ADE7753

На рис. 12 наведено структурну схему мікросхеми ADE7758. ІМС ADE7758 є трифазним варіантом ADE7753, що може використовуватися в лічильниках для трьох- і чотирьохпровідних трифазних систем. З ІМС ADE7758 можна використовувати датчики струму трансформаторного типу (диференціюючі трансформатори і трансформатори струму); шунти використовувати не можна.

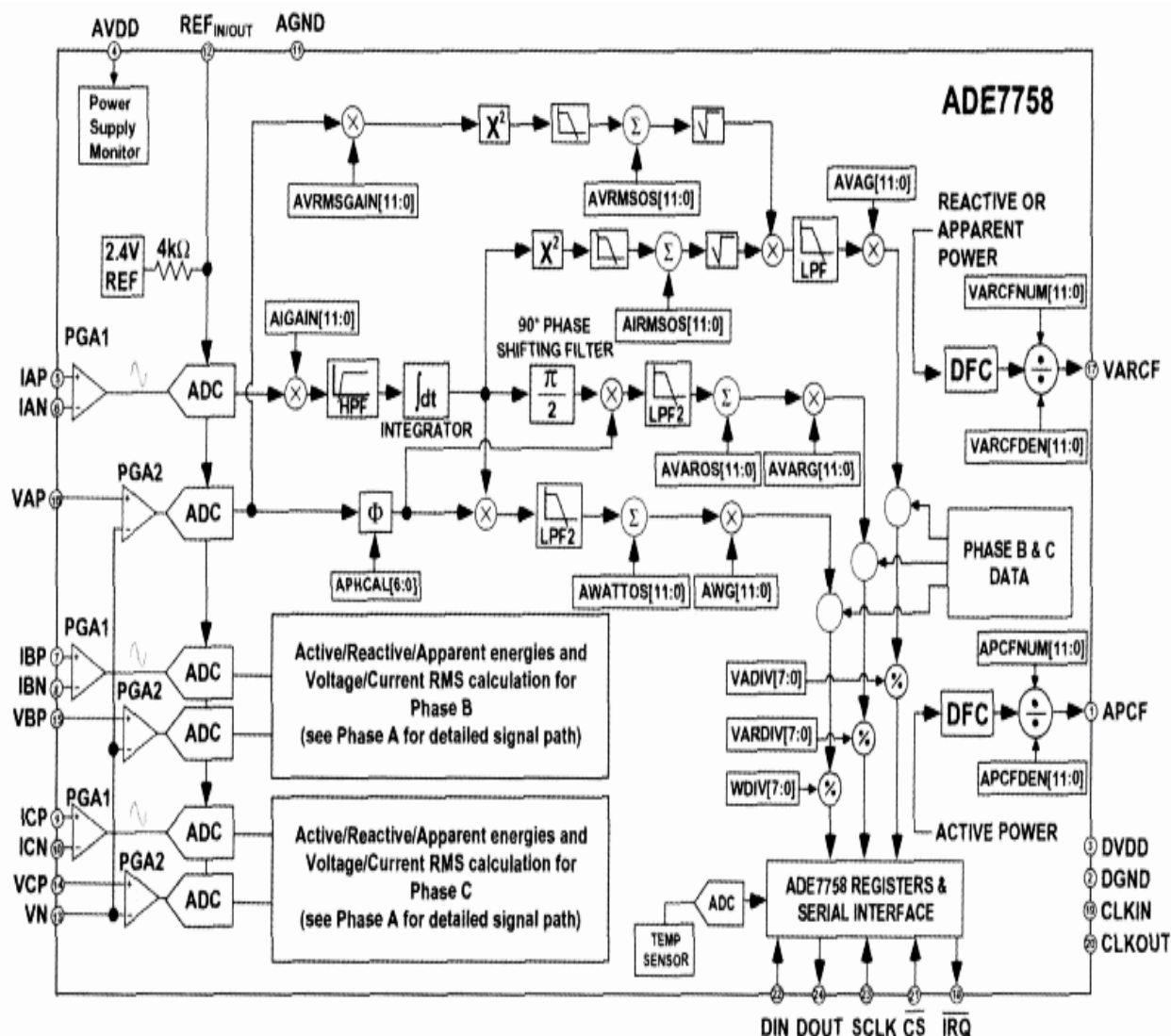


Рис. 12 - Структурна схема ADE7758

Контрольні питання

1. Дайте характеристику випуску фірмою Analog Devices мікроконтролерів ADE7753 і ADE7758.
2. Поясніть принцип роботи мікроконтролера ADE7753.
3. Поясніть принцип роботи каналів обчислення активної й реактивної потужності мікроконтролера ADE7753.
4. Поясніть принцип роботи каналу обчислення повної потужності мікроконтролера ADE7753.
5. Поясніть принцип роботи мікроконтролера ADE7758.

Тема 12. Устрій та принцип роботи електронних лічильників електричної енергії.

Сьогодні на енергетичному ринку України широко представлені електронні лічильники електричної енергії різних фірм. Аналіз переліку лічильників електричної енергії, які внесені до державного реєстру засобів вимірювальної техніки, допущених до використання в Україні на підставі результатів Державних випробувань станом на 1 січня 2002 року, показує, що з 116 найменувань приладів 65 становлять електронні лічильники. Для того, щоб оцінити можливості того або іншого електронного лічильника, звернемося до документа "Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку", розробленого вченими і працівниками енергетики, схваленому Державною міжвідомчою комісією з виробництва й впровадження приладів обліку споживання паливо - енергетичних ресурсів і затвердженого спільним наказом Мінпаливенерго, НКРЕ, Держкоменергозбереження, Держстандарту, Держбуду, Держпромполітики № 32/28 / 28/ 276 / 75/54 від 17 квітня 2000 року. У цьому документі вимоги до лічильника електричної енергії (ЛЧ) і приладу обліку (ПО) сформульовані в такий спосіб:

2. Вимоги до ЛЧ.

Загальні вимоги:

ЛЧ повинні відповідати вимогам чинних стандартів.

ЛЧ повинні мати високу надійність і стабільність метрологічних характеристик. Міжперевірочний інтервал – не менше 6 років. Термін служби – не менше 20 років.

Для забезпечення можливості автоматизованого збору інформації ЛЧ повинні мати імпульсний вихід типу "сухий контакт" і/або послідовний інтерфейсний вихід.

Конструкція ЛЧ повинна виключати можливість несанкціонованого впливу на результати вимірювань.

Основні вимоги до багатофункціональних ЛЧ:

ЛЧ повинні забезпечувати вимірювання активної, реактивної енергії і усередненої потужності відповідно до встановлених користувачем періодів інтеграції.

ЛЧ повинні забезпечувати періоди інтеграції величин, що вимірюються за 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60 хв.

ЛЧ повинні забезпечувати збереження інформації при втраті живлення не менше 40 діб.

ЛЧ повинні мати можливість зовнішньої синхронізації ходу внутрішніх годинників.

ЛЧ повинні мати можливість підключення резервного живлення.

ЛЧ повинні зберігати в енергозалежній пам'яті інформацію як про всі випадки доступу до режиму параметрування, так і про нештатні ситуації.

База даних ЛЧ повинна формуватися з обов'язковою прив'язкою величин, що вимірюються до відповідної позначки часу.

ЛЧ повинні забезпечувати зберігання графіка навантаження за останні десять діб.

Похибка ходу годинника ЛЧ повинна бути не гірше 5 с за добу.

Примітка. Для забезпечення вказаних функцій допускається разом з ЛЧ використати додаткові технічні засоби, що розширюють функціональні можливості ЛЧ. В ролі додаткових технічних засобів повинні використовуватися тільки ті засоби, які занесені в Державний реєстр засобів вимірювань України.

3. Вимоги до ПО:

ПО повинен забезпечувати введення даних від ЛЧ у вигляді імпульсів і/або даних.

Вихідні дані ПО повинні бути забезпечені: відповідною міткою часу і ознакою, що визначає їх якість.

ПО повинен мати вбудований таймер і забезпечувати облік енергії і потужності відповідно до заданих періодів інтеграції. Періоди інтеграції повинні вибиратися користувачем з ряду: 1, 3, 5, 10, 15, 30, 60 хв. Дані повинні оброблятися за наступні облікові періоди: півгод/год, доба для оптового енергоринку; для роздрібного енергоринку – відповідно до діючих тарифів.

По об'єкту обліку та при необхідності по кожній точці обліку ПО повинні обчислюватися і бути доступними в поточний момент часу наступні параметри (для активної і реактивної складових, при цьому для реактивної складової ці параметри повинні обчислюватись роздільно для генерації та споживання):

- усереднена потужність відповідно до заданого періоду інтеграції;
- графік навантаження відповідно до заданого періоду інтеграції за останні десять діб;
- енергія і потужність за поточні і минулі облікові періоди;
- енергія і потужність по тарифних зонах за поточні і минулі облікові періоди;
- енергія, що відповідає даним лічильників.

3.5 Мінімальна глибина зберігання даних ПО повинна охоплювати значення за поточний і попередній обліковий період.

3.6 ПО повинен забезпечувати індикацію необхідних параметрів і параметрування в ручному режимі зі своєї клавіатури.

3.7 Конструкція і алгоритм функціонування ПО повинні забезпечувати захист від несанкціонованого впливу на результати вимірювань.

3.8 Події, що пов'язані з нештатними змінами зовнішнього і внутрішнього середовища ПО, повинні бути ідентифіковані і збережені в ПО.

3.9 ПО повинен забезпечувати:

- похибку обчислення енергії й потужності каналами обліку не більше 0.05%;
- похибку обчислення енергії й потужності по групах обліку не більше 0.1%;
- похибка ходу годин має бути не більше 5 с за добу.

3.10 ПО повинен мати можливість реалізації метрологічно атестованого алгоритму корекції похибки обліку електроенергії.

3.11 ПО повинен забезпечувати синхронізацію ходу своїх внутрішніх годин і годин ЛЧ з зовнішніми сигналами.

3.12 ПО повинен мати не менше двох незалежних інтерфейсних виходів для організації зв'язку з обладнанням верхнього рівня.

3.13 ПО повинен забезпечувати підключення джерела резервного живлення.

3.14 При відключенні зовнішнього живлення ПО повинен забезпечити:

- фіксацію часу зникнення живлення;
- збереження даних, хід часу і календаря не менше, ніж на протязі 40 днів;
- фіксацію часу відновлення живлення."

Контрольні питання

1. Назвіть основні недоліки індукційних лічильників.
2. Сформулюйте основні вимоги до приладів обліку й лічильників електричної енергії.

Тема 13. Технічні параметри та структурна схема лічильника електричної енергії ЄвроАльфа.

Лічильник АЛЬФА призначений для обліку активної і реактивної енергії в ланцюгах змінного струму, а також для використання в складі автоматизованих систем контролю й обліку електроенергії (АСКОЕ) для передачі вимірюваних параметрів на диспетчерський пункт контролю, обліку й розподілу електричної енергії.

Принцип виміру полягає в тому, що виконується аналого-цифрове перетворення величин напруги і струму з наступним обчисленням енергії та потужностей. Структурну схему лічильника АЛЬФА зображено на рис.13.

Лічильник АЛЬФА складається з вимірювальних датчиків напруги і струму, основної електронної плати з мікропроцесорною схемою виміру і швидкодіючого мікроконтролера. Вимірювані величини та інші необхідні дані відображаються на дисплеї лічильника, виконаного на рідких кристалах.

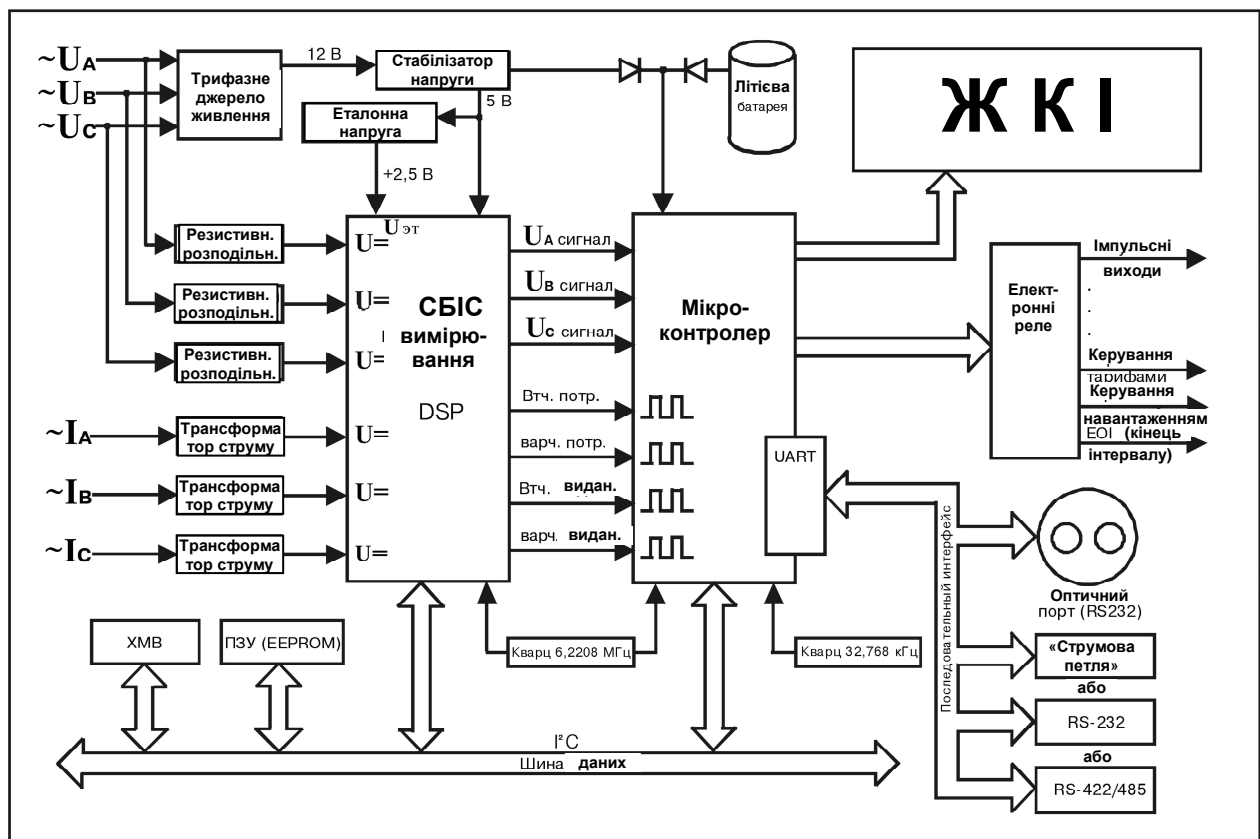


Рис. 13 - Структурна схема лічильника АЛЬФА

Активну потужність обчислюють шляхом множення обмірюваних цифрових значень напруги і струму за допомогою вимірювальної надвеликої інтегральної схеми (НВІС).

В лічильнику АЛЬФА використовують імпульсне джерело живлення, що дозволяє забезпечити широкий діапазон робочої напруги від 70 до 440 В.

Фазні напруги подають безпосередньо на основну плату лічильника через резистивні подільники, використовувані для узгодження рівнів вхідних сигналів з вимірювальною НВІС. Всі резистори - високоточні, металоплівкові з мінімальним температурним коефіцієнтом.

Первинний струм вимірюють за допомогою трансформаторів струму, спеціально розроблених відповідно до вимог щодо лічильника АЛЬФА. Трансформатори струму мають незначну лінійну похибку і жорсткі вимоги до величини зсуву за фазою.

Два різних значення навантажувального опору використовують в вихідному ланцюзі струму на основній електронній платі: менше значення опору встановлено для лічильників прямого включення і більше значення опору використовують для лічильників трансформаторного включення.

Лічильник АЛЬФА - універсальний лічильник з однаковою технологією виготовлення (і з однаковою точністю) для будь-якого застосування: трансформаторного або прямого включення.

Лічильник АЛЬФА трансформаторного включення працює в діапазоні струмів:

- $I_{\text{ном}} = 1\text{A}$ - від 0.5 мА до 24 А,
- $I_{\text{ном}} = 5\text{A}$ - від 2.5 мА до 24 А.

Лічильник АЛЬФА прямого включення працює в діапазоні струмів:

- $I_{\text{ном}} = 100\text{A}$ - від 20 мА до 150 А.

Мікроконтролер (НВІС), спеціально розроблений для лічильника АЛЬФА, веде увесь процес виміру та обробки даних в цифровій формі, що дозволяє зберігати задану точність виміру в всьому діапазоні робочих температур від -40 до +60 градусів Цельсія при максимальному і мінімальному навантаженнях. Мікропроцесорне виконання лічильника АЛЬФА робить його програмованим, що дозволяє використати лічильник з широким набором різноманітних функцій.

Програмування лічильників АЛЬФА здійснюється програмним пакетом EMFPLUS 2.30 (504MD), що поставляють на вимогу замовника. Зчитування показань з лічильника АЛЬФА забезпечують програмами EMFPLUS 2.30 (504MD), Альфамет, ALFALITE, ALFAPLUS та ін.

НВІС виміру містить програмований цифровий сигнальний процесор з трьома вбудованими аналого-цифровими перетворювачами (АЦП). Вхідні сигнали напруги обробляють одним АЦП, а вхідні сигнали струму - другим АЦП. Третій АЦП використовується для вибірки вхідного сигналу нуля напруги і струму. Вимір нуля напруги і струму збільшують точність вимірів при малих сигналах.

Імпульси, кількість яких пропорційна вимірюваній енергії, з частотних виходів НВІС надходять на високопродуктивний мікроконтролер, який здійснює функції контролю, передачі, прийому і відображення даних в лічильнику АЛЬФА.

Для рахунку часу календаря використовують кварцовий генератор. Час в лічильнику може автоматично корегуватися в процесі зчитування інформації за допомогою комп'ютера.

Під час перерви в подачі живлення всі ключові дані лічильника й дані щодо його конфігурації зберігаються в неруйнівній пам'яті НЗП (EEPROM) мікроконтролера. Дані багатотарифного режиму зберігаються в ОЗП мікроконтролера і ОЗП додаткової плати А+ доти, поки на лічильник надходить живлення. В період відключення основного живлення літєва батарея (якщо вона передбачена модифікацією лічильника) забезпечує живлення генератора імпульсів 32768 Гц, що підтримує роботу внутрішнього календаря для збереження правильного рахунку часу. Паралельно батареї через діод, що блокує, включений суперконденсатор. Спочатку енергія при перервах в подачі живлення надходить від

суперконденсатора, що має достатню ємність для підтримки роботи пам'яті і календаря протягом декількох годин. Після розрядки конденсатора батарея забезпечує подачу живлення для зберігання даних протягом тривалого строку (до 2 - 3 років), залежно від температури навколишнього середовища.

Контрольні питання

1. За структурною схемою лічильника АЛЬФА поясните принцип його роботи.
2. Поясніть, які функції виконують СВІС виміру в лічильнику АЛЬФА.
3. Які індикатори перебувають на дисплеї лічильника АЛЬФА і яку інформацію вони відображають?
4. Перелічіть чотири основні виконання, в яких випускається лічильник АЛЬФА.
5. Які інтерфейси має лічильник АЛЬФА?

Тема 14. Послідовний інтерфейс та протокол зв'язку CAN.

До основних характеристик інтерфейсу відносять:

- функціональне призначення;
- тип організації зв'язків;
- принцип обміну інформацією;
- спосіб обміну;
- режим обміну;
- кількість ліній;
- число ліній для передачі даних;
- кількість адрес;
- кількість команд;
- швидкодію;
- довжину ліній зв'язку;
- кількість пристроїв, що підключаються;
- тип лінії зв'язку.

Інтерфейси можна розподілити:

- за функціональним призначенням: магістральні (внутрішні), зовнішні інтерфейси периферійних пристроїв, системні (інтерфейси локальних мереж);
- за типом організації зв'язків: магістральні, радіальні, деревоподібні, радіально – магістральні;
- за принципом обміну інформацією: з паралельною, послідовною й паралельно-послідовною передачею інформації;
- за режимом обміну інформацією: із симплексним, дуплексним, напівдуплексним і мультиплексним режимами обміну;
- за способом передачі інформації в часі: із синхронною передачею

даних (з постійною часовою прив'язкою в циклі збору інформації) та асинхронною (без постійної часової прив'язки до певного тимчасового інтервалу циклу збору).

При синхронній передачі даних синхронізуючі сигнали мікропроцесора задають певний часовий інтервал, протягом якого зчитується інформація з одного джерела первинної інформації. Часовий інтервал у цьому випадку визначається найбільшими часовими затримками в системі передачі даних і максимальним часом перетворення обмірюваного сигналу в цифровий сигнал.

Говорячи про зовнішній інтерфейс периферійних пристроїв, зокрема, послідовному інтерфейсі в широкому змісті слова, звичайно під терміном «інтерфейс» розуміють не тільки функціональне призначення лінії зв'язку й електричних параметрів переданих сигналів, але й склад апаратури, необхідної для реалізації зв'язку між рядом периферійних пристроїв за допомогою послідовної лінії зв'язку, принципи організації обміну інформацією, мова обміну інформацією, організацію контролю передачі інформації. При цьому в загальному випадку розрізняють кілька рівнів інтерфейсу, частина яких реалізується апаратно, а частина - програмно.

Обмін інформацією здійснюється в більшості випадків передачею повідомлень, що складаються з командних, інформаційних і відповідних слів. При цьому використовується певна мова передачі цих слів.

Апаратури для фізичної реалізації зовнішнього послідовного інтерфейсу периферійних пристроїв містить у собі властиво лінію послідовної передачі інформації (одиначний провідник, кручена пара, радіочастотний кабель, волоконно - оптичний кабель) і контролери пристроїв, які призначені для керування обміном інформацією, здійснення сполучення з лінією передачі інформації, здійснення контролю за передачею інформації, станом пристроїв, що беруть участь у зв'язку, самоконтролю.

Для зв'язку приладів первинного обліку (електронні лічильники, датчики електроенергії) виконавчих органів, територіально відокремлених від процесора в АСКОВЕ, застосовують інтерфейси периферійних пристроїв. У таких інтерфейсах використовують як паралельний, так і послідовний способи обміну інформацією, причому останній через істотне спрощення власної лінії зв'язку, а отже, і зниження вартості, є найкращим, якщо при цьому забезпечується необхідна швидкість передачі інформації. Прикладами найпоширеніших послідовних інтерфейсів периферійних пристроїв можуть служити інтерфейси RS-232-C, RS-423, RS-422, RS-449, RS-530, RS-485 й «струмова петля».

Промислова мережа CAN (Controller Area Network) була створена наприкінці 80-х років XX ст. фірмою Robert Bosch Gmb (Німеччина) як рішення для розподілених систем, що працюють у режимі реального часу.

У мережі CAN основні вузли (контролери, датчики й приводи)

з'єднуються через послідовну шину. Використовуваний протокол відповідає рівню 2 (рівень каналу передачі даних) еталонної моделі ISO відкритих систем. На відміну від деревоподібної кабельної ієрархії даний протокол виявляє й виправляє комунікаційні помилки, викликані електромагнітними перешкодами. Мережа відносно легко конфігурується й дозволяє робити обмін даними між будь-якими двома вузлами без перевантаження центрального комп'ютера.

Додатковими вирішальними аргументами на користь мережі CAN, крім високої комунікаційної надійності, є низька вартість підключення вузла мережі й доступність CAN - мікросхем від різних виробників. Для таких додатків, як низьковольтні комутаційні пристрої, важлива й компактність контролерних мікросхем.

Дані, що передані одним вузлом, розсилаються по мережі всім станціям. Спочатку це повідомлення приймають всі станції. Вузол, що прийняв повідомлення, може проігнорувати його, якщо воно не буде пов'язане з виконуваними вузлом функціями.

Тип переданих даних позначається 11-бітним ідентифікатором, що знаходиться на самому початку повідомлення. Але найважливішим є те, що цей ідентифікатор визначає пріоритет повідомлення. Такий тип розсилання повідомлень називається «схема адресації, що орієнтована на вміст». У ній і полягає особливість CAN.

У мережі CAN кожен 11 - бітний ідентифікатор унікальний. Ніяка пара вузлів мережі не може послати повідомлення з однаковими ідентифікаторами. Аналогічним образом, ніякий вузол не може прийняти повідомлення різних типів, але з однаковими ідентифікаторами. Це особливо важливо при розподілі шини між декількома конкуруючими за доступ до шини станціями.

Якщо центральний процесор (ЦП) або якась станція вирішує послати повідомлення іншій станції або станціям, то спочатку вони передають ці дані і свій ідентифікатор у відповідну CAN - мікросхему. Після цього CAN - схема конструює повідомлення й пересилає його шиною (коли вона доступна).

У цей момент всі інші станції стають приймачами цього повідомлення (стан "Одержати Повідомлення" - Receive Message). Кожен приймач визначає, чи призначене це повідомлення йому (стан "Вибрати" - Select). Якщо так, то дані приймаються, у противному випадку вони ігноруються.

У результаті застосування схеми адресації, орієнтованої на вміст, забезпечується високий ступінь конфігурованості й гнучкості системи. Додавання в мережу нових станцій здійснюється без якої-небудь модифікації апаратної або програмної частини мережі за умови, якщо ці станції повністю орієнтовані на прийом. Використовуваний протокол передачі даних не вимагає призначення фізичних адрес конкретним

приймаючим компонентам мережі. Це дозволяє синхронізувати розподілену обробку: інформація щодо параметрів виміру, яка необхідна декільком контролерам, розсилається мережею, тому немає необхідності оснащувати кожен контролер своїм власним датчиком.

Контрольні питання

1. Які вимоги висувають до інтерфейсу?
2. Назвіть основні характеристики інтерфейсу.
3. Дайте класифікацію інтерфейсів.
4. У чому полягає розбіжність інтерфейсів RS-232-C і RS-422.
5. Проведіть порівняльний аналіз технічних характеристик стандартів RS-485 і RS-422.
6. Дайте короткий опис інтерфейсу «струмова петля» CL (Current Loop).
7. Дайте визначення протоколу зв'язку.
8. Поясніть призначення й приведіть основні характеристики протоколу SCTM.
9. Поясніть принцип роботи мережі CAN.
10. Як у протоколі CAN реалізують перевірку на наявність помилок?
11. Поясніть призначення CAN - контролерів.
12. У чому полягають основні переваги протоколу CAN перед іншими протоколами?

Тема 15. Рекомендації до побудови автоматизованих систем обліку та керування електроспоживанням (АСКОЕ).

Метою впровадження автоматизованої системи обліку електроенергії є: перехід до тарифів реального часу; одержання достовірного балансу виробництва, розподілу і споживання електричної потужності або енергії; оцінка показників якості електричної енергії.

У програмному документі "Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку" основні завдання, що повинна вирішувати АСКОЕ, сформульовані в такий спосіб:

«2. Основні вимоги до АСКОЕ:

2.1. АСКОЕ повинна забезпечувати:

- збирання і збереження облікової інформації;
- обмін обліковою інформацією з платіжними системами для забезпечення регулювання споживання електроенергії абонентами.

2.2. АСКОЕ повинна забезпечувати періоди інтегрування вимірюваних величин - 15, 30 і 60 хвилин.

2.3. АСКОЕ повинна забезпечувати багатотарифний облік енергії:

- облік спожитої енергії для кожної тарифної зони зростаючим підсумком за поточні і минулі облікові періоди - добу, місяць;

- визначення максимальної потужності періоду інтегрування для кожної тарифної зони за поточні і минулі облікові періоди - добу, місяць;
- дистанційне програмування тарифних зон і чинних тарифів.

2.4. База даних АСКОЕ повинна містити:

- значення сумарної спожитої енергії;
- значення сумарної спожитої енергії для кожної тарифної зони;
- значення усередненої потужності відповідно до заданого періоду інтегрування;
- значення максимальної потужності періоду інтегрування протягом доби, місяця;
- значення максимальної потужності періоду інтеграції для кожної тарифної зони протягом доби, місяця;
- значення спожитої енергії за поточні і минулі облікові періоди - добу, місяць;
- графік навантаження відповідно до заданого періоду інтеграції;
- значення спожитої енергії у кожній тарифній зоні за поточні і минулі облікові періоди - добу, місяць;
- інформацію про події, пов'язані з позаштатними змінами зовнішнього і внутрішнього середовища (кількість відключень мережі живлення, кількість відключень навантаження внаслідок перевантаження струмом, кількість несанкціонованих спроб доступу);
- дані параметризації (тип приладу, заводський номер, код споживача, кількість змін даних, дата і година останньої зміни параметрів, корекція ходу таймера, інтервал інтегрування, константи).

2.5. АСКОЕ повинна забезпечувати ведення бази даних вимірюваної інформації платежів і споживачів електроенергії.

2.6. Первинні дані АСКОЕ в неопрацьованому вигляді підлягають архівації й збереженню без будь-яких корегувань.

2.7. База даних АСКОЕ повинна формуватися з обов'язковою прив'язкою вимірюваних величин до відповідної мітки години.

2.8. АСКОЕ, побудовані з використанням пристрою з електронними платіжними засобами (ППЗ), повинні складатися з сукупності цифрових вимірювальних каналів обліку (ЦВКО), до складу якої входять лічильник (ЛЧ), ППЗ, канал передачі даних (КПД) і устаткування збору й обробки даних (УЗД).

Примітка – КПД можуть бути реалізовані з застосуванням електронних пластикових карток (ЕК) або інших носіїв даних.

2.9. АСКОЕ повинна забезпечувати збереження даних при відключенні основної мережі живлення протягом не менше 60 діб і автоматичне відновлення працездатності при вмиканні живлення.

2.10. В АСКОЕ в якості ЛЧ, вимірювальних перетворювачів (ВП), перетворювачів імпульсів і приладу обліку (по) допускається використовувати тільки засоби вимірювання, занесені до Державного

реєстру України, або такі, що пройшли державну метрологічну атестацію.

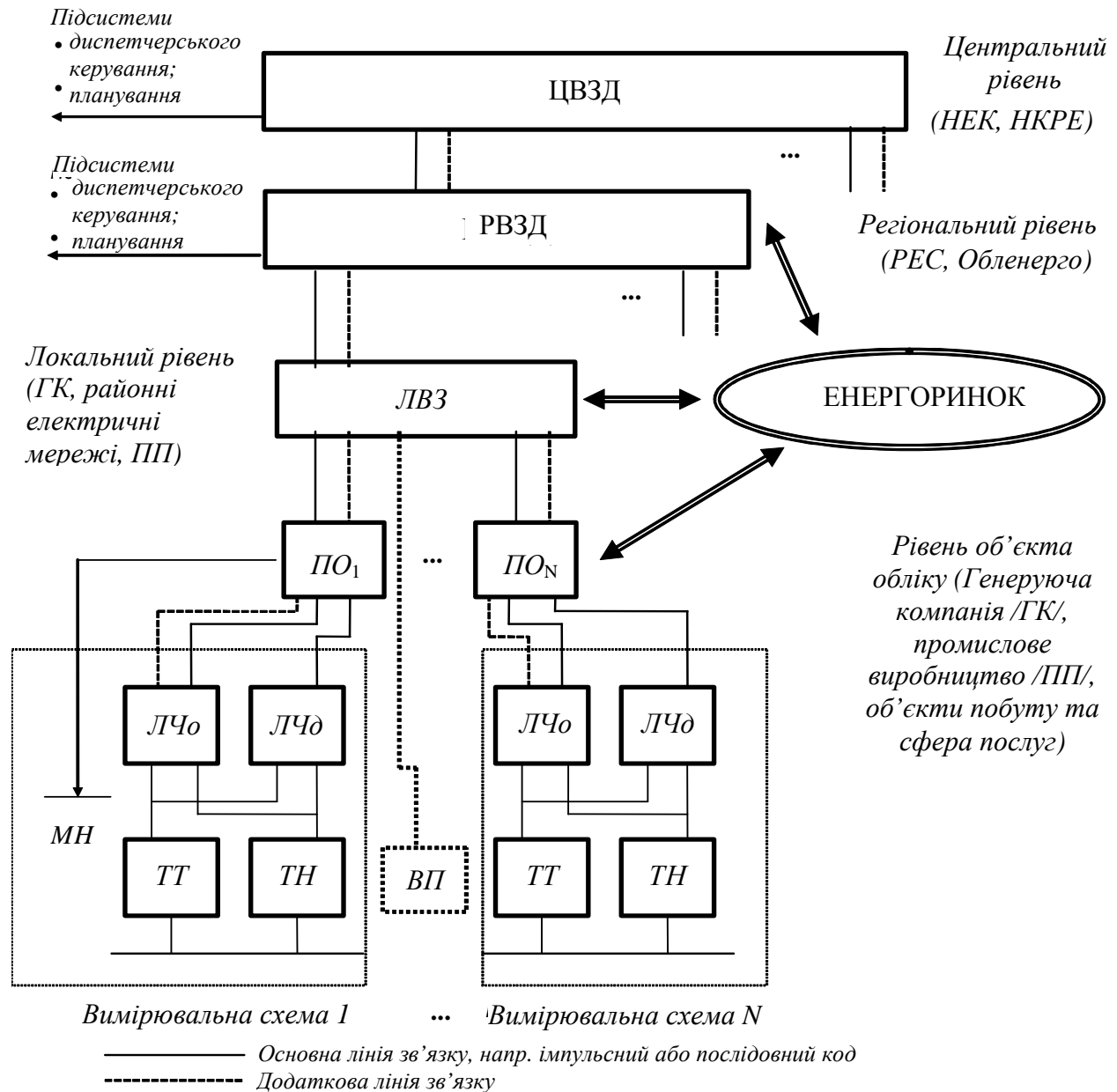
2.11. Документи, що описують протоколи інформаційної взаємодії з ЛЧ, ВП, по, локальним устаткуванням збору і обробки даних (ЛЮО) і центральним устаткуванням збору і обробки даних (ЦУЗД), повинні знаходитися в розпорядженні організації, відповідальної за технічне забезпечення».

Відповідно до цих вимог запропоновано структурну схему багаторівневої системи обліку, що зображена на рис. 14.

На нижньому рівні розташовують прилади первинного обліку, до яких відносяться лічильники електричної енергії або датчики електроенергії. В деяких випадках на цьому рівні працюють контролери, що керують навантаженням. На середньому рівні працюють контролери, які здійснюють зв'язок між нижнім і верхнім рівнями системи, а також проводять попередню обробку даних. На верхньому рівні працюють персональні комп'ютери, що за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення реалізують функції нагромадження, обробки, аналізу інформації й формування звітних документів у вигляді, придатному для прийняття керуючих рішень.

Усю сукупність функцій систем середнього й верхнього рівня АСКОЕ можна класифікувати за наступними групами функцій:

- формування нормативно-довідкової бази енергообліку підприємства за кожним місцем і структурою обліку, тарифами, зонами, змінами, апаратними і програмними засобами АСКОЕ;
- збір в автоматичному (за заданими періодами часу) і ручному (за запитом оператора) режимах штатних параметрів кожної системи децентралізованої АСКОЕ за кожному місцю і/або структурі обліку;
- нагромадження даних енергообліку в бази даних АСКОЕ в персональному комп'ютері в кожній точці обліку за заданою тимчасовою дискретністю на необхідну ретроспективу;
- обробка накопичених значень енергообліку відповідно до діючих тарифів, схемою енергопостачання і структурою обліку підприємства;
- відображення вимірювальної і розрахункової інформації енергообліку у вигляді комплексу графіків, таблиць і відомостей на моніторі комп'ютера;
- документування вимірювальної і розрахункової інформації енергообліку у вигляді графіків, таблиць і відомостей на принтері;
- сигнали про позаштатні ситуації;
- прогнозування навантаження;
- автодіагностика АСКОЕ з аналізом вхідної інформації від первинних приладів обліку нижнього рівня АСКОЕ, сигналів про перебої і відмови систем і каналів зв'язку.



ТТ – трансформатори струму; ТН – трансформатори напруги; ВП – вимірник параметрів якості електроенергії; МН – маневрене навантаження; ЛЧо – лічильник електроенергії (основний лічильник); ЛЧд – лічильник електроенергії (дублюючий лічильник); ПО – прилад обліку – вимірювальний комплект ЛВЗ; ЛВЗ – локальне устаткування збору даних; РВЗД – регіональне устаткування збору даних; ЦВЗД – центральне устаткування збору даних

Рис. 14 – Структурна схема багаторівневої системи обліку

В якості критерію ефективності АСКОВ для енергопостачальних підприємств, що генерують електричну енергію, можна прийняти одержання достовірного балансу виробництва, розподілу й споживання електричної потужності.

Контрольні питання

1. Відповідно до документа "Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринок" сформулюйте основні завдання, які повинна вирішувати АСКОЕ.
2. Поясніть структурну схему багаторівневої системи обліку, наведену на рис. 14.
3. Перелічіть завдання децентралізованих АСКОЕ та поясніть їхні переваги.
4. Назвіть основні показники, які характеризують ефективність використання інформаційно-вимірювальної техніки в системі обліку.

Тема 16. АСКОЕ "АльфаМет".

АльфаМет 2.19 забезпечує вимір наступних параметрів в рамках вирішення завдань обліку енергоспоживання на підприємстві:

- споживання активної і реактивної енергії за задані часові інтервали на окремих лічильниках, заданим групам лічильників і підприємству в цілому з обліком багатотарифності;
- середні (півгодинні) значення активної потужності (навантаження) й середній (півгодинний) максимум активної потужності (навантаження) в години ранкового й вечірнього максимумів навантаження на окремих лічильниках, заданим групам лічильників і підприємству в цілому;
- здійснює функції побудови графіків півгодинних навантажень, необхідних для організації раціонального енергоспоживання підприємства.

Для захисту метрологічних характеристик ІВК Метроніка - АльфаМет 2.19 від несанкціонованих вимірів (корегувань) передбачений багатоступінчастий доступ до поточних даних і параметрів налаштування системи (механічні пломби, електронні ключі, індивідуальні паролі і програмні засоби для захисту файлів і бази даних).

Можливі способи організації збору даних з лічильників АЛЬФА з використанням радіо, ВЧ, телефонного зв'язку, опитування лічильників прямо через мультиплексор і оптичний порт зображені на рис. 15.

Підсистему збору даних програми АльфаМет будують як дворівневу, що складається з об'єктів (наприклад, підстанцій) і приписаних до них лічильників. Зібрану з лічильників АЛЬФА інформацію передають на комп'ютер збору даних підприємства і зберігається в його базі даних. Ці дані можна переглянути за допомогою вбудованих засобів АльфаМет, вивести на друк у вигляді звітів, формованих засобами генерації звітів АльфаМет, або передати на файл-сервер, звідки вони можуть бути доступні іншим службам підприємства - замовника (керівництву, відділу головного енергетика, бухгалтерії і ін.).

Інформація, зчитана з лічильників, доступна також для організацій типу АТ «Енергозбут», які можуть зчитувати її як прямо з лічильників, так і з комп'ютера збору даних підприємства, використовуючи канали радіозв'язку, ВЧ - зв'язку, телефонного зв'язку або Notebook.

Програма Альфамет 2.19 прямо не підтримує зв'язок з об'єктами верхнього рівня (АТ «Енергозбут»), але це можна організувати за допомогою технічних засобів, наявних в споживача.

Програма Альфамет 2.19 дозволяє одержувати базові звіти, що включають в себе витрати електроенергії і визначення максимумів потужності на заданих часових інтервалах, для будь-якого лічильника, об'єкта - підстанції, а також для спеціальних груп, що називаються підсумовуючими каналами. Ці канали можуть складатися з лічильників, приписаних до кожного з об'єктів, об'єктів і/або підсумовуючих каналів більш низького рівня ієрархії. В підсумовуючому каналі можна одержувати не тільки суму показань будь-яких лічильників, об'єктів і більше простих (за ієрархії) каналів, але й задавати прості арифметичні вираження (суму і різницю показань на цих об'єктах з множенням на константи). Цей підхід дозволяє одержувати багаторівневі звіти (наприклад, на обраних підприємствах невеликого міста або району; на підстанціях або обраних групах підприємств; на окремих лічильниках) і одержувати баланс електроенергії в обраних групах.

У програмі існує можливість визначати тарифні зони й зони піків потужності, за яких повинні бути отримані відповідні звіти. Опитування лічильників здійснюється відповідно до вимог, встановлених на підприємстві (звичайно один раз на добу, один або кілька разів на місяць). Програма Альфамет 2.19 за профілем навантаження, одержаним з лічильників, сформує звіти відповідно до закладених в неї форм.

Практичне використання того або іншого варіанта організації системи визначається технічними можливостями споживачів, а також специфікою завдань, поставлених перед споживачами. На практиці з усіх варіантів організації системи АСКОЕ на підприємстві найбільш часто застосовують наступні, так звані типові варіанти:

1. Організація збору даних з лічильників АЛЬФА прямо через оптичний порт (рис. 15 Об'єкт 806).

2. Організація збору даних з лічильників АЛЬФА прямо через мультиплексор (рис. 15 Об'єкт 801).

3. Організація збору даних з лічильників АЛЬФА з використанням телефонного зв'язку через модем (рис. 15 - Об'єкт 804).

4. Організація збору даних з лічильників АЛЬФА з використанням ВЧ - зв'язку через цифрові комплекси ETL500 (рис. 15 - Об'єкт 803).

Вимірювальні канали системи АСКОЕ на базі програми Альфамет можуть бути сформовані шляхом з'єднання наступних технічних засобів:

- лічильників електроенергії АЛЬФА, Євроальфа й АЛЬФА Плюс;

- мультиплексорів - розширників сімейства МПР -16;
- комп'ютерів типу IBM PC;
- модемів;
- радіомодемів;
- цифрових комплексів ETL500;
- адаптерів АББ;
- оптичних пристроїв UNICOM PROBE (Євроуніком).

Можливість використання досить простих (не інтелектуальних) мультиплексорів - розширників забезпечується наявністю в лічильників сімейства АЛЬФА протоколу установки зв'язку із зовнішнім пристроєм. Усі лічильники підключаються до загальних шин МПР і прослуховують лінію. На зв'язок виходить тільки той лічильник, що розпізнав свій код запиту. Такий підхід зводить функції мультиплексора до функцій пристрою, що збільшує кількість лічильників, яких приєднують до нього для подальшої передачі інформації через інтерфейс RS232 або RS422/485.

Мікропроцесорні лічильники електроенергії можуть бути пов'язані з мультиплексором на одному з цифрових інтерфейсів - «Струмова петля» або RS422/485. Застосування цифрових інтерфейсів дозволяє найбільш повно реалізувати з робочого місця оператора через існуючі канали зв'язку, функціональні можливості лічильника.

Контрольні питання

1. Вимір яких параметрів у рамках рішення завдань обліку енергоспоживання на підприємстві забезпечує ІОК Метроніка - Альфамет 2.19?
2. Поясніть структуру й алгоритм роботи програми Альфамет2.19.
3. За допомогою яких технічних засобів можуть бути сформовані вимірювальні канали системи АСКОЕ на базі програми Альфамет?
4. Поясніть призначення й состав мультиплексора - розширювача МПР-16-2(М).
5. З яких функціональних блоків складається мультиплексор - розширювач МПР-16-2(М) і як вони спільно працюють?

Тема 17. АСКОЕ "Омега".

1. Автоматизована система контролю й обліку електроенергії «ОМЕГА»

Система «Омега» призначена для збору, обробки й зберігання інформації в споживанні електроенергії й потужності на підстанціях мережних районів і підприємства в цілому, стану технологічного устаткування, а також для передачі накопичених і зареєстрованих даних у персональні ЕОМ робочих місць районних та центральної диспетчерської служби, служби керування електропостачанням

підприємства. Функції обліку електроспоживання діляться на дві частини: оперативний облік, що здійснюється за допомогою виміру аналогових величин струму і напруги, і комерційний облік за допомогою опитування цифровим каналом багатофункціональних комерційних лічильників електроенергії “Альфа” виробництва АББ ВЕІ Метроніка.

Об'єктами керування системи є розподільні пристрої 6 кВ і живильні їхні електропідстанції 220/110/35/6 кВ, через які здійснюється електропостачання технологічних об'єктів. Всі підстанції розділяються по декількох сіткових районах, що перебувають на значній відстані один від одного (від 10 до 80 км). Сітковий район, у свою чергу, поєднує базову ділянку (підстанції й розподільні пристрої перебувають один від одного не більше 3 км) із черговим електриком-диспетчером, що перебуває на ньому, та одну або кілька віддалених ділянок, які подібні базовій, але не мають постійного обслуговуючого персоналу і віддалені від базової ділянки на відстань більше 3 км.

Керування сітковими районами здійснюють з центральної диспетчерської служби, віддаленої від сіткових районів на відстань до кількох десятків кілометрів. На підстанціях й у розподільних пристроях встановлені лічильники «Альфа». Там же встановлюють мультиплексори - розширювачі (МПР), що дозволяють підключити за струмовою петлею до 16-ти лічильників.

Виходом мультиплексора - розширювача є стик RS-422, за допомогою якого й відбувається опитування всіх підключених лічильників. Для оперативного контролю струмів, напруг і споживаної потужності встановлюють перетворювачі струму й напруги в стандартний сигнал 4-20 мА або 0-5 мА. У розподільних пристроях встановлюються станції керування, що представляють собою шафу з контролером SLC 5/04 і певною кількістю автоматів, проміжних реле, необхідних для контролю й керування споживанням електроенергії й потужності.

Система керування «Омега» являє собою чотирирівневу систему керування. Перший рівень - це віддалені ділянки сіткового району, на якому встановлюють технологічні контролери, об'єднані в мережу DН+ (до 3км, 57600 бод). Другий рівень містить у собі базові ділянки сіткових районів, де, як і у випадку віддалених ділянок, установлюють мережу контролерів DН+ і, додатково, персональну ЕОМ робочого місця чергового електрика-диспетчера. Третім рівнем керування є центральна диспетчерська служба, що містить персональну ЕОМ робочого місця центрального диспетчера, контролер-концентратор і контролер віддаленого доступу, об'єднані в мережу

ДН+. Четвертим рівнем системи керування є персональна ЕОМ робочого місця служби керування електропостачанням підприємства.

Контрольні питання

1. Поясніть структуру й алгоритм роботи системи обліку та керування «Омега».
2. За допомогою яких технічних засобів сформовані канали системи «Омега»?
3. Поясніть призначення мультиплексора - розширювача МПР-16.

Тема 18. АСКОЕ фірми Лендіс і Гір "Дататіп С2000".

Розробка компанії Landis & Gyr - система дистанційного обліку енергоресурсів DATAGYR C2000. Система являє собою програмно - технічний комплекс засобів для дистанційного енергообліку, керування навантаженням і тарифами. Простоти використання досягають за допомогою дружнього графічного інтерфейсу користувача. Модульна побудова програмного забезпечення й потужна апаратна платформа становлять базу цієї перспективної системи. Система DATAGYR C2000 збирає дані із приладів обліку, передає їх каналами зв'язку до центральної станції (ЦС) і зберігає в реляційній базі даних, а також обробляє дані й видає результат. У складних ієрархічних системах з багаторівневим обліком використовують кілька комп'ютерів, один із яких є головним, тобто центральним сервером системи. Дані на об'єктах збирають за допомогою вилучених терміналів системи - транскодерів, які здійснюють також первинну обробку інформації й передачу її каналами зв'язку в ЦС, де здійснюються:

- перевірка технічного стану лічильників, транскодерів, мережі передачі даних з видачею сигналів тривоги у випадку виникнення збоїв;
- математичні обчислення й статистичний аналіз, що дозволяють на основі показань лічильників вести розрахунки за перетік енергії з іншими енергетичними комплексами, визначати усереднену потужність і споживання електроенергії, вести аналіз зібраних моделей, статистики споживання й прогнозів навантаження;
- вибір тієї або іншої тарифної програми.

Результати обробки інформації видаються в табличній і графічній формах. Є гнучкі засоби формування звітів по групах споживачів і системі в цілому для звітних інтервалів часу, що задають, і різних інтеграційних періодів.

В якості ЦС використовують альфа-станцію виробництва фірми DEC, що працює під керуванням 64-розрядної операційної системи Digital UNIX. Для запису й зберігання даних використовують реляційну базу даних ORACLE.

Система являє собою складний комплекс різних пристроїв, синхронно взаємодіючих один з одним під керуванням центрального сервера:

- центральні й регіональні станції;
- транскодери - вилучені термінали, пов'язані через канали зв'язку з ЦС;
- лічильники, що передають інформацію в транскодер.

Регіональні й центральні станції (альфа - станції фірми DEC з потужним продуктивним 64-розрядним процесором й 64-розрядною операційною системою Digital UNIX) забезпечує істотне підвищення швидкості обробки графічної інформації й роботи з базою даних. Станції оснащуються розширником портів з інтерфейсом SCSI, що дозволяє підключати до нього різноманітне периферійне устаткування (модеми для виділених і ліній зв'язку, що комутують, частотні - модульований канал, принтери, приймач сигналів точного часу).

Транскодери FAG й FBC - універсальні прилади, що служать для збору, обробки, зберігання й передачі даних з первинних приладів обліку - лічильників. Транскодери дозволяють мати від 16 до 144 каналів обліку - залежно від набору вхідних модулів. Транскодер FAG зібраний на одному шасі й складається з різних знімних модулів, з'єднаних між собою шиною даних. Набір використовуваних модулів визначається конкретними умовами застосування системи.

У системі DATAGYR C2000 використовуються комбіновані електронні лічильники Z.B й Z.V/Z.V. Лічильники Z.B обладнані імпульсним виходом і виходом типу «струмова петля» (стандарт MEK1107), вимірюють активну й реактивну енергію в двох напрямках з розбивкою по чотирьох квадратах й усередненій максимальній потужності. Клас точності 0,5, 1,0, 2,0. Вимірювальний елемент являє собою датчик Холу (використовується метод прямого виміру електромагнітного поля й потужності). Передбачено зберігання профілів навантаження в пам'яті лічильника протягом 200 днів (15-ти хвилинні значення) і робота з декількома тарифами. Лічильники підключають до імпульсного входу транскодера.

Контрольні питання

1. Поясніть призначення й принцип роботи АСКОВЕ DATAGYR C2000.
2. Поясніть призначення й принцип роботи транскодерів FAG й FBC.
3. Опишіть три шляхи обміну даними в системі DATAGYR C2000.

3. Тематичний план (розподіл часу за темами, формами і видами навчальної роботи)

Зміст навчальної дисципліни (теми, підтеми)	Обсяг у годинах							
	Денне навчання				Заочне навчання			
	Л	П	Лз	СР С	Л	П	Лз	СР С
Тема 1. Вступ. Поняття про сигнали, які використовують в інформаційно-вимірjuвальній техніці	2				2			
Тема 2. Перетворення вхідного вимірjuвального сигналу	2		12					
Тема 3. Вимірjuвальні трансформатори струму і напруги				8				8
Тема 4. Аналого-цифрові перетворювачі. Принцип роботи. Технічні характеристики.				8				
Тема 5. Вимірjuвальні перетворювачі з використанням ефекту Холу				4				8
Тема 6. Вимірjuвальні перетворювачі потужності	2							8
Тема 7. Мікропроцесори (МП). Основні терміни і визначення.				4				4
Тема 8. Поняття про структурну організацію і принцип дії МП				6				6
Тема 9. Загальні відомості про цифрову обробку сигналів	2		4					
Тема 10. Сигнальні мікропроцесори	1			1	2			
Тема 11. Інтегральні мікросхеми компанії Analog Devices, призначені для роботи в складі однофазних і трифазних лічильників електричної енергії	2							6
Тема 12. Будова та принцип роботи електронних лічильників електричної енергії	2		8				6	8
Тема 13. Технічні параметри та структурна схема лічильника електричної енергії ЄвроАльфа				8				8
Тема 14. Послідовний інтерфейс та протокол зв'язку CAN	2							10
Тема 15. Рекомендації до побудови автоматизованих систем обліку та керування електроспоживанням (АСКОЕ)			6	6	2			8
Тема 16. АСКOE "АльфаМет"				8				10
Тема 17. АСКOE "Омега"				8				10
Тема 18. АСКOE фірми Лендіс і Гір "Датагір C2000"				2				2
Всього	15		30	63	6		6	96

4. Самостійна навчальна робота студента

Зміст навчальної дисципліни (теми, підтеми)	Обсяг у годинах	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Тема 3. Вимірювальні трансформатори струму і напруги	8	8
Тема 4. Аналого-цифрові перетворювачі. Принцип роботи. Технічні характеристики	8	
Тема 5. Вимірювальні перетворювачі з використанням ефекту Холу	4	8
Тема 6. Вимірювальні перетворювачі потужності		8
Тема 7. Мікропроцесори (МП). Основні терміни і визначення	4	4
Тема 8. Поняття про структурну організацію і принцип дії МП	6	6
Тема 10. Сигнальні мікропроцесори	1	
Тема 11. Інтегральні мікросхеми компанії Analog Devices, призначені для роботи в складі однофазних і трифазних лічильників електричної енергії		6
Тема 12. Устрій та принцип роботи електронних лічильників електричної енергії		8
Тема 13. Технічні параметри та структурна схема лічильника електричної енергії ЄвроАльфа	8	8
Тема 14. Послідовний інтерфейс та протокол зв'язку CAN		10
Тема 15. Рекомендації до побудови автоматизованих систем обліку та керування електроспоживанням (АСКОЕ)	6	8
Тема 16. АСКОЕ "АльфаМет"	8	10
Тема 17. АСКОЕ "Омега"	8	10
Тема 18. АСКОЕ фірми Лендіс і Гір "Датагір C2000"	2	2
Всього	63	96

5. Список літератури

Бібліографічні описи, інтернет-адреси	Теми, де застосовується
1	2
1. Основна література (підручники, навчальні посібники, інші видання)	
1. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно – измерительной техники. – К.: Вища школа, 1983. – 455 с.	1, 2, 6
2. Загарий И.Г., Ковзель Н.О., и др. Программируемые контроллеры для систем управления. – Харьков: "Регион – информ", 2001. – 315 с.	7, 8
3. Микропроцессоры. Средства сопряжения. Контролирующие и информационно-управляющие системы. Под редакцией Л.Н. Преснухина. Минск «Высшая школа» 1987. – 365 с.	14

Продовження

1	2
2. Додаткові джерела	
1. Электрические измерения / Под ред. Шрамкова Е.Г. – М.: Высшая школа, 1972. – 519 с.	3, 5
2. Готра З.Ю., Матвиив В.И., Паскур П.П. Справочник регулировщика радиоэлектронной аппаратуры. – Львов: "Каменяр", 1987. – 184 с.	4
3. Корнеев В.В., Киселев А.В. Современные микропроцессоры. – М.: "Нолидж", 1998. – 236 с.	9, 10
4. Голуб В. Многофункциональные цифровые ИМС для одно – и трехфазных счетчиков электроэнергии // CHIP NEWS Украина. – 2004. - № 1. – С. 42 – 46.	11
5. Концепция построения автоматизированных систем учета электроэнергии в условиях энергорынка // Энергосбережение. - 1998. - №№ 1,2,3.- С. 9 –10.	15, 16, 17, 18
6. Лапинин И.Г., Шестеренко А.В. Электронный счетчик электрической энергии и его функциональные возможности // Энергетика и электрификация . – 2000. - № 1. – С. 12.	12, 13
3. Методичне забезпечення (Реєстр методичних вказівок, планів семінарських занять, інструкцій до лабораторних робіт, комп'ютерних програм, відео – аудіо – матеріалів, плакатів тощо)	
1. Рожков П.П., Рожкова С.Е., Куцан Ю.Г., Колбасін О.І. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Мікропроцесорна техніка” (для студентів 4 курсу денної форми навчання та 5 курсу ФПО і ЗН та ФЗН спец. 6.09 06 03 - “Електротехнічні системи електроспоживання”). - Харків: ХНАМГ, 2006. – 51с.	2, 9, 12, 15

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни “Мікропроцесорна техніка” (для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання спец. 6.090600 - “Електротехнічні системи електроспоживання” та спец. 6.050701 - “Електротехніка та електротехнології”)

Укладачі: Петро Павлович Рожков,
Світлана Едуардівна Рожкова

Редактор: Д.Ф. Курильченко

Верстка: І.В. Волосожарова

План 2008 , поз. 12М

Підп. до друку 4.09.08	Формат 60×80 1/16	Папір офісний.
Друк на ризографі.	Умовн. друк. арк. 2,8	Обл.-вид. арк. 3,0
Замовл. №	Тираж 50 прим.	

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ

61002, Харків, вул. Революції, 12